



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

Eficiencia del coagulante A base de goma de tara de diferentes niveles de concentración y distintas velocidades para el tratamiento de sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Calixto Ñaupari Tania Karen

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez Julio Juan

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

DEDICATORIA

A mi madre que fue el principal motivo para alcanzar con éxito la culminación de este proyecto.

A mi familia por su respaldo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre Patricia que con su esfuerzo hemos logrado culminar con esta parte de mis estudios profesionales.

A mis abuelos Juana y Ricardo; y a mi tía Jenny que siempre estuvieron dispuestos apoyarme a lo largo de mi vida.

A mi padre Gregorio por sus consejos de seguir hacia delante.

A mis hermanos por estar a mi lado dándome ánimos en momentos complicados.

DECLARATORIA DE AUTENTECIDAD

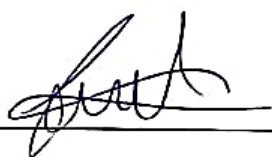
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Tania Karen Calixto Ñaupari con DNI N° 73174584, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de julio 2018



Tania Karen Calixto Ñaupari

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Eficiencia de la goma de *Caesalpinia Spinosa* a diferentes concentraciones y velocidades para el tratamiento de las aguas del río Huaycoloro - 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Tania Karen Calixto Ñaupari

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTECIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad Problemática	14
1.2 Trabajos previos	15
1.3 Teorías relacionadas al tema	18
1.4 Formulación del problema	28
1.4.1 Problema general	28
1.4.2 Problemas específicos	28
1.5 Justificación del estudio	28
1.6 Hipótesis	29
1.6.1 Hipótesis general	29
1.6.2 Hipótesis específicas	29
1.7 Objetivos	30
1.7.1 Objetivo general	30
1.7.2 Objetivos específicos	30
II. MÉTODO	31

2.1	Diseño de investigación	31
2.1.1	Tipo de estudio	31
2.1.2	Diseño experimental	31
2.2	Variables, y matriz de operacionalización	32
2.3	Población y muestra	33
2.3.1	Población	33
2.3.2	Muestra	34
2.3.3	Muestreo	34
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.4.1	Diseño metodológico	34
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	35
2.4.3	Validación del instrumento	37
2.4.4	Confiabilidad del instrumento	37
2.5	Métodos de análisis de datos	37
2.6	Aspectos éticos	37
III.	RESULTADOS	39
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
V.	CONCLUSIONES	91
VI.	RECOMENDACIONES	92
VII.	REFERENCIAS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Tamaño de los coloides en el agua	19
<i>Figura 2.</i> Acción de polímero en la coagulación	21
<i>Figura 3.</i> Modo de acción de coagulante metálico con polímero	22
<i>Figura 4.</i> Ubicación del punto de muestreo	32
<i>Figura 5.</i> Dosis vs. Turbiedad	42
<i>Figura 6.</i> Dosis vs. pH	43
<i>Figura 7.</i> Dosis vs. Conductividad	43
<i>Figura 8.</i> Dosis vs. Temperatura	44
<i>Figura 9.</i> Dosis vs. DBO ₅	45
<i>Figura 10.</i> Dosis vs. DQO	45
<i>Figura 11.</i> Dosis vs. SST	46
<i>Figura 12.</i> Concentración vs. Turbiedad	48
<i>Figura 13.</i> Concentración vs. pH	49
<i>Figura 14.</i> Concentración vs. Conductividad	49
<i>Figura 15.</i> Concentración vs. Temperatura	50
<i>Figura 16.</i> Concentración vs. DBO ₅	50
<i>Figura 17.</i> Concentración vs. DQO	51
<i>Figura 18.</i> Concentración vs. SST	51
<i>Figura 19.</i> Velocidad rápida vs. Turbiedad	54
<i>Figura 20.</i> Velocidad rápida vs. pH	54
<i>Figura 21.</i> Velocidad rápida vs. Conductividad	55
<i>Figura 22.</i> Velocidad rápida vs. Temperatura	55
<i>Figura 23.</i> Velocidad rápida vs. DBO ₅	56
<i>Figura 24.</i> Velocidad rápida vs. DQO	56
<i>Figura 25.</i> Velocidad rápida vs. SST	57
<i>Figura 26.</i> Velocidad lenta vs. Turbiedad	59
<i>Figura 27.</i> Velocidad lenta vs. pH	59
<i>Figura 28.</i> Velocidad lenta vs. Conductividad	60
<i>Figura 29.</i> Velocidad lenta vs. Temperatura	60
<i>Figura 30.</i> Velocidad lenta vs. DBO ₅	61
<i>Figura 31.</i> Velocidad lenta vs. DQO	61
<i>Figura 32.</i> Velocidad lenta vs. SST	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Variaciones fisicoquímicas del agua</i>	23
Tabla 2. <i>Identificación de la tara</i>	25
Tabla 3. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	31
Tabla 4. <i>Ubicación de punto de muestreo</i>	33
Tabla 5. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	35
Tabla 6. <i>Parámetros físico iniciales de las aguas del río Huaycoloro</i>	38
Tabla 7. <i>Parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro</i>	38
Tabla 8. <i>Resultados de parámetros físicos de las aguas del río Huaycoloro de las dosis</i> .	39
Tabla 9. <i>Resultado de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de la dosis</i>	40
Tabla 10. <i>Resultados de los parámetros físicos del río Huaycoloro de las concentraciones</i>	47
Tabla 11. <i>Resultados de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de las concentraciones</i>	47
Tabla 12. <i>Resultados de los parámetros físicos del río Huaycoloro de las velocidades rápidas</i>	52
Tabla 13. <i>Resultados de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de las velocidades rápidas</i>	53
Tabla 14. <i>Resultados de los parámetros físicos del río Huaycoloro de la velocidades lentas</i>	57
Tabla 15. <i>Resultados de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de las velocidades lentas</i>	58
Tabla 16. <i>Normalidad para diferentes concentraciones</i>	63
Tabla 17. <i>Normalidad para velocidad rápida</i>	65
Tabla 18. <i>Normalidad para diferentes velocidades lentas</i>	66
Tabla 19. <i>Homogeneidad para diferentes concentraciones</i>	68
Tabla 20. <i>Homogeneidad para diferentes velocidades rápidas</i>	69
Tabla 21. <i>Homogeneidad para velocidades lentas</i>	69
Tabla 22. <i>Prueba inter-sujetos de las concentraciones</i>	70
Tabla 23. <i>Prueba Tukey de las concentraciones</i>	71
Tabla 24. <i>Prueba de inter-sujetos de las velocidades rápidas</i>	76
Tabla 25. <i>Prueba Tukey de las velocidades rápidas</i>	77
Tabla 26. <i>Prueba de inter-sujetos de las velocidades lentas</i>	82
Tabla 27. <i>Prueba de Tukey de las velocidades lentas</i>	83

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo usar un coagulante natural como goma de *Caesalpinia Spinosa* (tara) para tratar los sólidos suspendidos totales y la materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro, ya que representa una problemática para la planta de tratamiento al contener una alta contaminación por los efluentes industriales y domésticos vertidos en su recorrido; además de que su desembocadura esta tan cerca a esta. Por ello, la investigación de diseño experimental, comprende el uso de la prueba de jarra, en la cual se establece primero la dosis óptima de 80 mg/L de goma de tara + 50 mg/L de sulfato de aluminio, luego se procede a obtener la concentración optima de sulfato de aluminio para aumentar la eficacia de la mezcla con la goma de tara en la cual se obtuvo que a una concentración de sulfato de aluminio al 1% + goma de tara al 0.5%, redujo la turbiedad a 2.37, 3.60 y 4.80 NTU, sólidos suspendidos totales a 15.90, 19.60 y 24.10 mg/L, la materia orgánica representada en DBO₅ disminuyo a 20.80, 30.50 y 41.10 mg/L y el DQO, a 44.80, 59.50, 70.0 mg/L. Después de ello, se continuo con el cambio de la velocidad rápida, la cual la que dio mejores resultados fue a 150 rpm, dándonos resultados finales de turbiedad de 2.30, 3.70 y 5.40 NTU, SST a 17.10, 21.60 y 26.70 mg/L, DBO₅ a 23.0, 30.70 y 42.6 mg/L y DQO a 47.90, 64.10 y 76.80 mg/L. Como proceso final se variaron la velocidad lenta para la formación de flóculos, la cual resulto más beneficioso a 45 rpm, alcanzando como turbiedad final 2.30, 3.55 y 5.10 NTU, SST a 17.90, 22.0 y 28.30 mg/L, DBO₅ a 20.90, 28.50 y 40.10 mg/L y DQO a 47.90, 64.10 y 76.80 mg/L.

En conclusión, el tratamiento a base de goma de tara mezclado con el sulfato de aluminio fue eficiente en la reducción de parámetros fisicoquímicos de las aguas del rio Huaycoloro.

Palabras claves: Biocoagulante, materia orgánica, sólidos suspendidos.

ABSTRACT

The objective of this research is to use a natural coagulant such as *Caesalpinia Spinosa* gum (tara) to treat the total suspended solids and organic matter of the waters of the Huaycoloro River, since it represents a problem for the treatment plant as it contains a high level of contamination by the industrial and domestic effluents discharged in its route; besides its mouth is so close to this. Therefore, experimental design research includes the use of the jar test, which establishes first the optimal dose of 80 mg/L tara gum + 50 mg/L of aluminum sulfate, then proceeds to obtain the optimum concentration of aluminum sulfate to increase the efficiency of the mixture with the tara gum in which it was obtained that at a concentration of aluminum sulfate at 1% + 0.5% tara gum, it reduced the turbidity to 2.37, 3.60 and 4.80 NTU, total suspended solids at 15.90, 19.60 and 24.10 mg/L, the organic matter represented in DBO₅ decreased to 20.80, 30.50 and 41.10 mg/L and the DQO, to 44.80, 59.50 and 70.0 mg/L. After that, we continued with the change of the fast speed, which gave the best results at 150 rpm, giving us final turbidity results of 2.30, 3.70 and 5.40 NTU, SST at 17.10, 21.60 and 26.70 mg/L, DBO₅ at 23.0, 30.70 and 42.6 mg/L and DQO at 47.90, 64.10 and 76.80 mg/L. As a final process, the slow speed for floc formation was varied, which was more beneficial at 45 rpm, reaching as final turbidity 2.30, 3.55 5.10 NTU, SST at 17.90, 22.0 and 28.30 mg/L, DBO₅ at 20.90, 28.50 and 40.10 mg/L and DQO at 47.90, 64.10 and 76.80 mg/L.

In conclusion, the treatment based on tara gum mixed with aluminum sulphate was efficient in the reduction of physicochemical parameters *of the waters of the Huaycoloro river*.

Keywords: Biocoagulant, organic material, total suspended solids

I. Introducción

La ciudad de Lima y Callao solo cuenta con tres cuencas como fuentes de agua que son tratadas para su uso. El río Rímac es la principal cuenca que utilizamos sus aguas con el fin de ser potabilizadas para el consumo humano, la cual cuenta como afluente al río Huaycoloro, siendo un río no glacial, es decir que sus aguas no son provenientes de glaciales, de alguna laguna, ni del subsuelo, sino de lluvias, siendo en época de verano que aumenta su caudal, y el resto del año solo conduce descargas de aguas residuales de plantas industriales que se ubican en la zona. La desembocadura de las aguas del río Huaycoloro en el río Rímac, se ubica a poca distancia de su llegada a la planta de tratamiento, mezclando sus altas cargas de contaminantes, que dificultan el proceso de las operaciones, haciendo uso de mayores insumos descontaminadores que generalmente son químicos.

La utilización de productos naturales es una alternativa para el tratamiento de aguas, empleando macromoléculas como coagulantes, polímeros naturales extraídos de plantas, árboles o restos de animales, como ejemplo la celulosa y sus derivados, el almidón y las proteínas (Sandoval y Laines, 2013).

Es por esto que la presente investigación plantea el uso del coagulante natural a base de la goma de tara + sulfato de aluminio, frente al uso del coagulante químico más común en toda planta de tratamiento, el sulfato de aluminio.

En consideración de lo expuesto, la investigación contiene tres capítulos, tratando en el primer capítulo sobre la realidad problemática, antecedentes, la problemática, objetivos e hipótesis. En el segundo capítulo, se planteara la metodología, tomando en cuenta el diseño de Investigación, la tabla de operacionalización, variables, población, muestra y los métodos de análisis de datos. Por último, en el tercer capítulo se hará referencia a los resultados obtenidos y conclusiones.

1.1 Realidad Problemática

El río Huaycoloro en un monitoreo de calidad de agua realizado por DIGESA y SEDAPAL (mayo, 2011) al río Rímac y sus principales afluentes, fue el segundo con mayor nivel de turbiedad y sólidos suspendidos totales con 301 UNT y 235 mg/L respectivamente, con respecto a materia orgánica basados en DQO y DBO₅ es el punto con mayor nivel con 182 mg/L y 27.2 mg/L excediendo el ECA para Agua categoría 1 sub categoría A2. En otra evaluación de calidad sanitaria y ambiental realizada por DIGESA (2011) se tomó en cuenta cuatro puntos del cauce del río Huaycoloro, las cuales presentaron niveles altos de turbiedad. La alta impureza de las aguas del río Huaycoloro es a causa de las descargas de aguas residuales, provenientes de las industrias, vertimientos domiciliarios y canales de regadíos, lo cual ha provocado que no sean aptos para ningún uso; además al ser el último afluente del río Rímac para su tratamiento en La Atarjea representa una problemática por la carga que trae consigo; ya que dificulta y aumenta los gastos de su potabilización, haciendo mayor el uso de productos químicos para su clarificación.

Para el tratamiento de las aguas, se tienen diferentes procesos, siendo uno de ellos, la aplicación de coagulantes sintéticos que genera la desestabilización de coloides aglomerándolos y ocasionando su sedimentación, con lo cual se beneficia la clarificación. Los efluentes descargados en los cuerpos de agua modifican las concentraciones de sólidos suspendidos y materia orgánica, causantes de la turbidez dificultando la potabilización de estas aguas naturales.

En los años setenta en Latinoamérica se tuvo como alternativa el uso de coagulantes naturales que fracasó por la comercialización de coagulantes químicos. Sin embargo el uso de polímeros orgánicos como coagulantes o ayudantes de coagulación de agua en áreas rurales ha sido usado por más de 4000 años en India, África y China.

Según Nieto y Orellana (2011) en sus estudios indican que los agentes coagulantes y floculantes naturales pueden tener el mismo rendimiento o superior que los agentes químicos, además que son biodegradables.

Con la finalidad de hacer frente a la problemática, el presente trabajo plantea el uso de la goma de tara como una opción para ser un co-coagulante del sulfato de aluminio para el

tratamiento de los sólidos totales suspendidos y materia orgánica del río Huaycoloro, minimizando el uso de coagulantes químicos.

1.2 Trabajos previos

AGUILAR (2010) en su tesis titulada “Utilización de las semillas de Tara (*Caesalpinia Spinosa*) como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas”, su desarrollo se basó en el tratamiento de dos muestras de agua artificial a distinta turbiedad (390 UNT y 25 UNT), teniendo como coagulante al sulfato de aluminio y otro con sulfato de aluminio + Goma de tara para determinar la eficiencia de la goma de tara en los procesos de coagulación, floculación y decantación. Para ello obtuvo primero la concentración, dosis y pH óptimo del sulfato aluminio, y con los resultados varia las dosis de goma de tara para hallar la más óptima para disminuir las dosis del sulfato de aluminio. Entre los resultados destacan que se logró mejor remoción de turbiedad al adicionar la goma de tara, es así que en el agua tipo I con 390 UNT, con aluminio se redujo la turbiedad a 3.4 UNT y agregando goma de tara a 1.9UNT; mientras en la de tipo II con turbiedad de 25 UNT, como solución única de coagulante el sulfato de aluminio se obtuvo 2.5 UNT y añadiendo goma de tara alcanzó a 1.7 UNT, logrando la disminución del sulfato de aluminio en 17 % para la primera muestra y para la segunda en 10 %.

OJEDA (2012) en sus tesis titulada “Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *Tropaeloum Tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la Planta de Puengasí de la EPMAPS”, en la cual comparo la eficacia de remoción, utilizando como coagulantes el almidón de mashua y el praestol; así mismo, como ayudantes de floculación del sulfato de aluminio. Obteniendo como resultado que el almidón de mashua como ayudante de floculación presenta mejor e igual poder removedor que el praestol; sin embargo, como coagulante único no logro resultados significativos, puesto que a partir de su dosis y concentración óptima de 0.5 mg/L y 0.5% respectivamente, obtuvo una turbiedad de 5.7 NTU y un color de 40 UTC que no cumple con la Norma INEN 1 108:2010 normativa Ecuatoriana, que establece como Límite máximo permitido para color 15 UTC y turbiedad 5 NTU.

JIMÉNEZ (2012) en una investigación conjunta titulada “Evaluación de la tuna (*Opuntia Cochenillifera*) para la remoción del color de agua potable”, en la cual utilizo dos muestras, una obtenida del río Humo que se caracterizó por presentar alto color (85-475

UC), baja turbidez (9-64FTU), alcalinidad (4-24mg CaCO₃/L) y dureza (9-14mg CaCO₃/L) y alto porcentaje de oxígeno disuelto (100%); mientras que la segunda fue agua artificial con parámetros iniciales de turbidez de 18-22 FTU, color aparente de 150-165 UC, para la alcalinidad se adiciono 1.5mg CaO/L. Para ambos tipos de agua se comparó la eficiencia de la tuna como único coagulante contra el sulfato de aluminio Al₂(SO₄)₃ con una concentración de 1% con un ayudante de floculación el polímero catiónico FK-930 S. En los dos tipos de agua también se realizó la evaluación de la tuna como ayudante de coagulante (floculación) del sulfato de aluminio con el tratamiento convencional (sulfato de aluminio + floculante KF930-S). En los resultados se determinó que emplear la tuna como coagulante único en la muestra del rio Humo fue poco efectivo (0% remoción de turbidez y 0% remoción de color); sin embargo en la muestra artificial su efectividad fue mejor que los coagulantes químicos por las diferencias de turbidez y alcalinidad (100% remoción de turbidez y 94% remoción de color); ya que esta muestra contaba con mayor niveles de turbidez y alcalinidad. En tanto, la tuna como ayudante de coagulación para el agua artificial fue más efectiva que el tratamiento convencional y el sulfato de aluminio con un 95% de remoción de turbidez y 92% remoción de color. Y para la muestra de agua de rio se le añadió CaO, con la cual mejoro en su remoción de color con un 86%.

VILLABONA (2013) en su investigación titulada “Características de la *Opuntia ficus-indica* para su cómo coagulante natural”, en donde evaluó la acción coagulante de la planta de tuna para agua cruda natural, usando la prueba de jarra, en donde se pudo remover el 72% de turbiedad de una inicial de 170.96 UNT con 90 mg/L, también manifiesta que el pH inicial no se alteró significativamente, solo una ligera tendencia en su disminución

RICAURTE (2014) en su investigación titulada “Tratamiento de aguas crudas usando quitosano como coagulante orgánico”, la cual usó como muestra agua cruda con turbiedad inicial de 400 NTU y solidos suspendidos totales de 726,66 mg/L. La mayor remoción se dio con el quitosano dando por resultado final 10,49 mg/L de SST y 7,10 NTU de turbiedad; mientras que con el sulfato de aluminio fue de 12,24 mg/l y 9,81 NTU.

OLIVERO (2014) en su artículo titulado “Utilización de tuna (*opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas”, mencionan que al tratar las aguas del rio Magdalena ubicado en Colombia con el mucilago de la tuna y alumbre a concentraciones distintas de 35 mg/L y 40 mg/L y a diferentes velocidad de agitación de

100 y 200 rpm. Se obtuvo que el mayor porcentaje de remoción de turbidez se dio a 40 mg/L a 200 rpm logrando la tuna un porcentaje de 83.66% y el alumbre de 99.30 %, si bien el alumbre fue más efectivo se reconoce que el mucilago de tuna tiene bondades de coagulante.

MOSCOZO (2015) en su tesis titulada “Uso de almidón de yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación – floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización”, en la que utiliza la yuca con distintos niveles de turbiedad, elaborando una muestra artificial con arcilla donde la turbiedad inicial esta entre 0 a 1000 NTU, logrando sustituir 70 mg/l de sulfato de aluminio por almidón de yuca en proporciones de 20%.

BRAVO (2016) en su trabajo de investigación titulado “Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Río Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara) realizado en Trujillo – Perú en el 2016”, en la cual evalúa el porcentaje de remoción de la semilla de tara ante distintas concentraciones (2000 ppm y 3000 ppm), velocidades de agitación rápida (200 rpm y 300 rpm) y velocidades de agitación lenta (30 rpm y 45 rpm). Entre los resultados se obtiene que a 3000 ppm hubo una eficiencia de 79.06%, y que ha mayor concentración se redujo la agitación rápida y aumento la agitación lenta, pero no cumplió con el Reglamento de calidad de Agua para Consumo Humano DS N°031-2010-SA. Mientras que en la remoción de SST, DBO₅ y DQO fue mayor en mayores concentraciones y velocidades de mezcla (rápida y lenta); a pesar que se obtuvo buenos resultados de remoción no se logró con cumplir los parámetros establecidos en DS N°015-2015-MINAM.

URQUIA (2017) en su tesis titulada “Eficiencia de la *Opuntia Ficus-Indica* frente a la *Moringa Oleífera*, en el tratamiento de aguas del rio Huaycoloro, SJL-2017”, en donde evaluó que coagulante natural tiene mayor efectividad en las aguas del rio Huaycoloro, obteniendo así que la moringa en polvo es más eficiente logrando reducir 560 NTU a 6.21 NTU de turbiedad, en sólidos suspendidos de 303 mg/L a 42.66 mg/L, mejora el pH de 7.64 a 7.49 , la demanda bioquímica de oxígeno de 3700 mg/L a 29.6 y la demanda química de oxígeno de 1041002 mg/L a 16995 mg/L.

1.3 Teorías relacionadas al tema

El agua

El agua es el recurso más abundante en el planeta, que tiene una gran influencia en los distintos procesos bioquímicos naturales, la cual no solo se debe a sus propiedades fisicoquímica como molécula bipolar, sino a los compuestos inorgánicos y orgánicos que la conforma (Aguilar, 2010).

La calidad del agua es relativa para cada actividad para la cual necesitaremos, teniendo en cuanto lo anterior, se puede decir que la contaminación del agua es cuando sufre cambios desfavorables para su uso real o potencial. Por consiguiente la calidad de agua dependerá de sus características fisicoquímicas y microbiológicas, que son determinadas por métodos analíticos (Barrenechea, 2004).

Parámetros del tratamiento de aguas superficiales

Turbiedad: La turbiedad en cuerpos naturales de agua es ocasionada por partículas de arcilla y otros minerales, encontrándose suspendidas en ella, reduciendo así su transparencia en mayor o menor grado

pH: Nos indica el comportamiento ácido o básico del agua. El valor de pH del agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico, esto se refiere a la disolución de CO₂ atmosférico en el agua y la disolución de carbonatos de las rocas; tales procesos alteran drásticamente el pH de cualquier agua.

Conductividad eléctrica: La conductividad eléctrica (CE) mide la capacidad del agua para ser conductor de corriente eléctrica. La CE en un cuerpo de agua se ve afectada por la presencia de sales disueltas. Esta también se ve afectada por la temperatura, cuanto mayor es la temperatura del agua mayor es la CE.

Temperatura: La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases

Sólidos: en el agua se hallan dos tipos de sólidos de material orgánico e inorgánico, son ellos los que causan la turbiedad del agua. Los ST se dividen en suspendidos y disueltos. Los sólidos disueltos son moléculas e iones que se encuentran disueltos en el agua; por la presencia de minerales, gases, productos de la descomposición de materia orgánica,

metales y compuestos químicos orgánicos que dan color, olor, sabor y eventualmente toxicidad al agua que los contiene. Los sólidos suspendidos son sólidos inorgánicos y materia orgánica en proporciones muy variables. Los sólidos inorgánicos constituyen la mayor parte de la materia suspendida transportada por los ríos, procedentes de la erosión física y meteorización de las rocas continentales. Además, las algas en época de su floración también pueden provocar incrementos importantes de STS en medios hídricos naturales (Teves, 2016).

Demanda biológica de oxígeno: La DBO nos da información de la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en una muestra. Hay que tener presente, que un bajo valor de DBO no tiene por qué ser indicativo de un bajo nivel de contaminación orgánica, dado que existen sustancias difícilmente biodegradables (sustancias refractarias) o que incluso inhiben el proceso biológico (tóxicos).

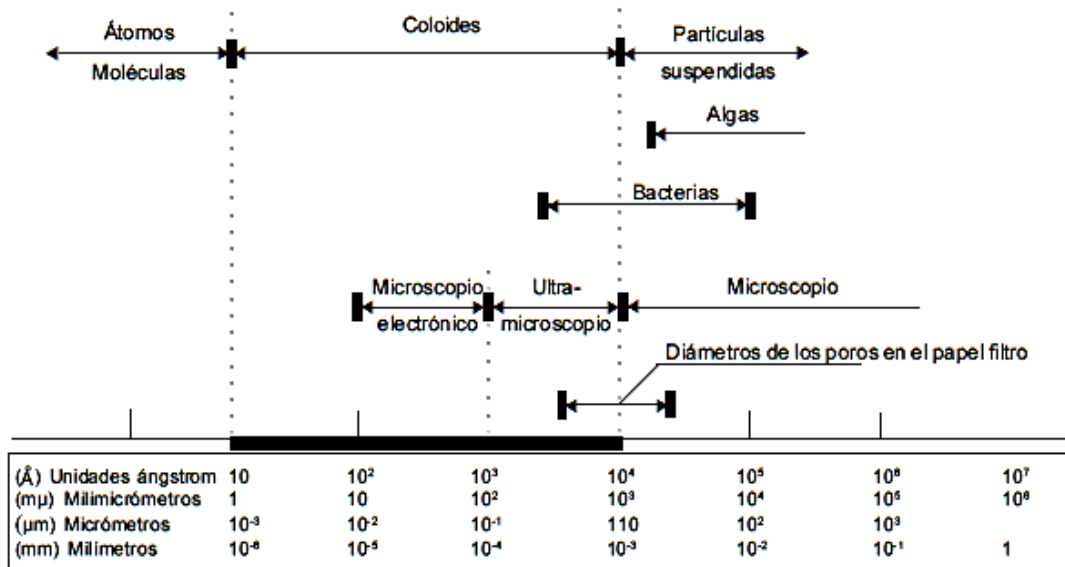
Demanda química de oxígeno: Siempre el valor de DQO ha de ser mayor que el de DBO₅, pues no toda la materia oxidable químicamente (condiciones enérgicas) ha de ser bio-oxidable (condiciones suaves). En general, se puede decir que cuando $DBO_5/DQO < 0,5$ estamos ante un efluente fácilmente biodegradable, mientras que si este cociente es inferior a 0,2 será escasamente biodegradable.

Coloide

Las causantes de la turbidez del agua son los coloides (**Figura 1**), denominado así a los sólidos suspendidos que no sedimentan por simple gravedad por la estabilidad de sus cargas, presentan un diámetro entre 1 y 1.000 mil micrómetros.

Tipos de coloide según su afinidad con el agua

Los coloides se dividen en aquellos que repelan al agua de tal manera que su dispersión no es espontánea (hidrofóbico) y los que tiene afinidad con el agua facilitando su dispersión (hidrofílicos). La estabilidad del coloide hidrofílico se realiza mediante la hidratación ya que el agua actúa como barrera entre ellas, en cambio los coloides hidrófobos se explica con la teoría de la doble capa la cual menciona que existe una capa envolvente de carga opuesta a su superficie.



Fuente: Aldana, E., 2012

Figura 1. Tamaño de los coloides en el agua

Coagulante

Son aquellas sustancias comúnmente basadas en hierro o aluminio con la capacidad de formar flóculos al ser adicionados al agua. Así mismo, los ayudantes de coagulación producen floc pero en menor cantidad al ser agregadas solas, mejorando resultados con simples coagulantes (Murillo, D., 2011, p.33)

Los coagulantes metálicos comúnmente utilizados son:

- Sulfato de Aluminio.
- Aluminato de Sodio.
- Cloruro de Aluminio.
- Cloruro Férrico.
- Sulfato Férrico.
- Sulfato Ferroso.
- Polielectrolitos (Como ayudantes de floculación)

La aplicación de los coagulantes de aluminio y hierro son de gran aceptabilidad no solo de su efectividad, sino por su disponibilidad y bajo costo. La efectividad de estos coagulantes de se debe por la habilidad de formar complejos polinucleares.

Clases de coagulantes

Existen dos grupos los polielectrolitos y los metálicos que actúan como polímeros a pesar de la carga eléctrica que poseen.

Los polielectrolitos, poseen cadenas poliméricas formadas al ser añadidas al agua, sin embargo, los metálicos se inicia la polimerización cuando tienen contacto con el agua. Los polielectrolitos está formada por monómeros unidas por enlace covalente repetitivas. Su grado de polimerización dependerá del número de monómeros que si tiene múltiples grupos funcionales se consideran polielectrolitos

Clasificación de polímeros

De acuerdo a su carga

Los polímeros sin carga se denominan no iónicos que no necesariamente están ausente de las interacciones cargadas, ya que en su interacción entre el polímero y un disolvente en una solución cargada este puede adoptar la carga si contiene grupos hidroxilo (-OH) a lo largo de su cadena. El resto pueden ser catiónicos (carga positiva) o aniónicos (carga negativa).

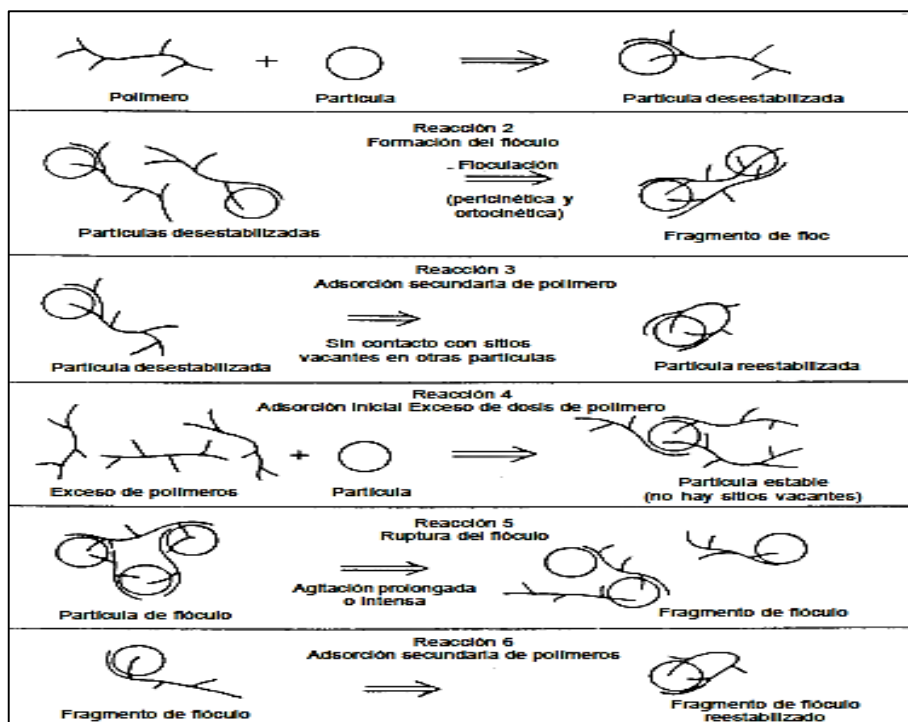
Según su Origen

Polímero natural: Son polímeros sin composición química bien definida, ya que están formados por varios polisacáridos (almidón, celulosa, glucósidos, etc.) y proteínas (caseína, olieratina, gelatina, etc.). (Aldana, E. 2012, p. 55).

Polímero sintético: Son compuestos orgánicos producidos de la transformación química del carbón y petróleo.

Modo de acción de los polímeros

Son añadidos de dos formas distintas como coagulantes primario, y como ayudante de coagulación, tal como se distingue en la **Figura 2**. Los polímeros están asociados con los mecanismos de coagulación de adsorción y de puente interparticulares por sus cadenas largas que aumentan los sitios de adsorción desocupado.

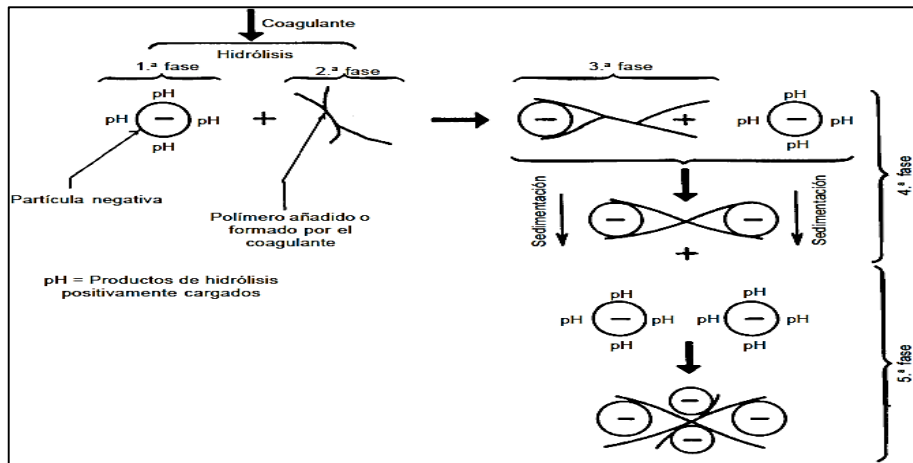


Fuente: Aguilar, Edwar. 2010

Figura 2. Acción de polímero en la coagulación

Coagulantes metálicos:

Sulfato de Aluminio: Es una sal compuesta una base débil (hidróxido de aluminio) y un ácido fuerte (ácido sulfúrico) por lo que es una solución ácida. Al tener contacto con el agua se cumple la teoría de ácido-base de Bronsted – Lowry, que define a un ácido como una sustancia capaz de donar un protón y base la que los recibe. Es por ello que cuando el sulfato de aluminio se hidroliza, las moléculas se disocian en Al^{+3} y SO_4^{-2} . El Al^{+3} se asocia con coloides de carga negativa neutralizándola. El Al^{+3} también puede relacionarse con los OH^- del agua formando hidróxido de aluminio, creando más iones positivos provocando la neutralización de colides negativos terminando por aglomerándolos (**Figura 3**). (Barrenechea, 2004).



Fuente: Domínguez, María. 2010

Figura 3. Modo de acción de coagulante metálico con polímero

Coagulación

La coagulación se define como el proceso que aglomera las partículas suspendidas no sedimentable y coloidales del agua; por medio de la adición de sustancias químicas, disminuyendo sus fuerzas repelentes desestabilizándolas para que formen flocs y pasen a ser sedimentadas. El proceso disminuye turbiedad, color, la presencia de bacterias, algas y otros organismos planctónicos, fosfatos y sustancias que originan olores y sabores.

La coagulación es un tratamiento universal por su eficacia en eliminar gran cantidad de impurezas pero puede representar un gasto de operación elevado si no está bien realizado produciendo una degradación rápida de la calidad del agua.

Mecanismos de coagulación

Comprensión de la doble capa

Cuando se introduce un electrolito indiferente a un sistema coloidal provoca el incremento de la densidad de cargas en la capa difusa y reducción de la "esfera" de influencia de las partículas, originando la coagulación por compresión de la capa difusa.

Adsorción o neutralización de la carga

Cuando se agregan sales de aluminio o de hierro se forman especies solubles, que se adsorben a la superficie de las partículas coloidales o forman complejos sobre la superficie que conduce a la desestabilización.

Coagulación de barrido

Cuando se dosifica un coagulante de sales metálicas en solución como el $Al_2(SO_4)_3$ y $FeCl_3$ excede el producto de solubilidad de sus hidróxidos metálicos como el $Al(OH)_3$ y el $Fe(OH)_3$, produce la precipitación vertiginosa de los hidróxidos gelatinosos atrapando partículas coloidales.

Puentes interparticulares

Las moléculas del polímero muy largas al contener grupos químicos pueden absorber o atrapar partículas coloidales en sus extremos creando puentes entre colides.

Factores que influyen en el proceso de coagulación

Características fisicoquímicas del agua: En la **Tabla 1**, se muestra las posibles variaciones en las características fisicoquímicas del agua y su comportamiento en la coagulación.

Tabla 1. Variaciones fisicoquímicas del agua

Tipo de Agua.	Tipo de Coagulación.	Requerimiento.
1. Baja Concentración de Coloides, baja alcalinidad.	Formación de precipitado. Floc de barrido	Alta dosis de coagulantes. Adición de alcalinidad o partículas, o ambas.
2. Baja concentración de coloides, alta alcalinidad.	Formación de precipitado. Floc de Barrido	Alta dosis de coagulantes. Adición de partículas.
3. Alta concentración de coloides, baja alcalinidad	Adsorción de polimeros metálicos positivos, en la superficie de los coloides. (pH 4 a 7).	Dosis de coagulantes incrementa con concentración de partículas, adición de alcalinidad
4. Alta concentración de coloides, alta alcalinidad.	Adsorción de polimeros, metálicos positivos y precipitaciones de hidróxidos (pH>7)	Dosis de coagulante incrementa con concentración de partículas.

Fuente: SEDAPAL

Influencia de pH: Si la coagulación no se da en un rango de pH óptimo se hará uso de más cantidad de coagulante; esto dependerá del tipo de coagulante y la naturaleza de agua el cual se debe tener en cuenta.

Influencia de mezcla: En la mezcla de agitación rápida ocurre la desestabilización de las partículas, por ello debe darse homogéneamente e intensa en el menor tiempo posible antes que el coagulante sea adsorbido por los coloides; además ocurre que si la mezcla es excesiva ocasiona el rompimiento de partículas de flóculos generados, así se evita el uso de mayor dosificación de coagulante.

En la mezcla de agitación lenta, se da la formación de flóculos, si la velocidad es muy alta produce el rompimiento de los flóculos, mientras si es muy baja los minifloculos formados no se aglutina perdiendo la eficacia del proceso (Domínguez, M., 2010).

Influencia de Turbiedad: La turbiedad está vinculada con la suministración de la dosis del coagulante. Si la concentración de partículas contenidas en el agua incrementa, provocando el aumento de la turbiedad, se da que la dosis igualmente va aumentando pero en proporciones pequeñas. En el caso de aguas con turbiedad muy elevadas, a pesar de que es contradictorio se usa dosis de coagulantes mínimas, ya que existe una mayor probabilidad de que colisionen las partículas coloidales, mientras que en turbiedades mínimas, el uso de coagulante se maximiza (Domínguez, M., 2010).

Influencia de sales disueltas: Dentro del agua ejercen las influencias siguientes:

- Modificación del rango de pH óptimo.
- Modificación del tiempo requerido para la floculación.
- Modificación de la cantidad de coagulantes requeridos.
- Modificación de la cantidad residual del coagulante dentro del efluente

Temperatura del agua: Si se varía a 1°C la temperatura del agua, origina cambios en las corrientes de densidad afectando la energía cinética de los coloides haciendo que la coagulación sea más lenta.

Dosis del coagulante: Tiene una Influencia directa en la eficiencia de la coagulación, así:

- Poca cantidad del coagulante, no lleva a cabo la neutralización total de la carga del colide, con resultado escaso en formación de los floccs.
- Alta cantidad de coagulante ocasiona la inversión de la carga del coloide, creando demasiados microflóculos muy pequeños disminuyendo sus velocidades de sedimentación, haciendo que la turbiedad residual sea elevada.

Concentración de coagulante: La influencia de la concentración óptima en la coagulación reside en que la dispersión del coagulante será más efectiva cuando mayor sea el volumen de solución o más diluida se encuentre, ya que ingresara más rápido y más fácil en contacto con el mayor número de partículas coloidales. Barrenechea () menciona en su cita que el sulfato de aluminio es más efectivo en soluciones más diluidas pero en concentraciones menores de 0. 1% se hidroliza así que recomienda concentraciones entre 1 a 2 % pero también dependerá de la calidad de agua a tratar.

Tara

En la Tabla 2, se presentan la taxonomía de la tara. Identificación de la tara

Tabla 2. *Identificación de la tara*

Identificación de la especie	
Reino	Plantae
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledoneas
Orden	Rosales
Familia	Fabaceae
Género	Caesalpinia
Nombre científico	Caesalpinia spinosa (Molina)
Nombre común	Perú: Tara o Taya Colombia: Guarango, Cuica, Serrano, Tara Ecuador: Vinillo, Guarango Bolivia, Venezuela y Chile: "Tara"
Etimología	Caesalpinia, en honor de Andrea Caesalpini (1524 - 1603), botánico y filósofo italiano; Spinosa, del latín spinosus-a-um, con espinas
Origen y distribución	Nativa en el Perú usada como medicina en la época prehispánica, en la actualidad es usada como hidrocoloides alimenticios y taninos. Distribución: En el Perú, la tara se halla desde la Costa y Sierra Norte (Cajamarca, La Libertad), hasta el Centro y Sur, conformado por Ancash, Huánuco, Junín, Ayacucho, Arequipa, Cuzco y Tacna entre otros.

Fuente: Aguilar, Alejandro. 2010

Mercado de la tara

Durante los años 90 hubo una producción de tara en vaina casi a mil toneladas que fue aumentando a dos mil toneladas. El crecimiento fue acrecentando en el 2000, siendo el 2012 el año con gran nivel de producción de 38 mil toneladas, sin embargo en el 2014

declina llegando con un -22 % en 2015, por problemas climáticos en las zonas de mayor producción.

Goma de Tara

A partir del endospermo de la semilla de Tara se puede producir su goma, empleada mayormente en industrias de alimentos y textil. En la semilla de tara está compuesta por: cáscara (39 %), germen (37 %) y goma (24 %)

Obtención y uso de la goma de tara

A través de un proceso térmico – mecánico se retira el endospermo de la cáscara y del germen por diferencia de dureza, que pasara a una clasificación óptica, pasando por una limpieza del 98%. El endosperma separado se compone de 80% galactomano que pasara a molerse siendo como producto final un polvo de tara.

Características de la goma de tara

Solubilidad: La goma de tara es un polímero que presenta una rápida hidratación en agua fría, logrando una viscosidad a 25 °C de color blanquecina.

Viscosidad: La consistencia viscosa dependerá de la temperatura en que la solución de la goma de tara sea preparada, siendo así a mayor temperatura la viscosidad disminuye. La concentración de la preparación de la solución también es un factor que se toma en cuenta, la viscosidad se logra en bajas concentraciones, y mientras esta aumenta igualmente lo hace la viscosidad. También el pH incide en la viscosidad donde a rango de 3.7 a 10.50, la viscosidad se mantiene constante. (Martínez, 2004)

Galactomano: Son polímeros formados por cadenas de la unión de galactosa y manosa, de carga no iónica. En estudio de la semilla de *s. potatorum* contenida de galactomano y galactano fue capaz de reducir en 80% de solución con caolín, ya que aparte de contener varios lugares para efectuar el mecanismo de efecto de puente interarticular, si no también que está conformada por grupos hidroxilos –OH (Chun-Yang, 2010).

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia de la coagulación de la goma de tara, a diferentes concentraciones y velocidades de agitación para el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro - 2018?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cuál serán los valores de los parámetros físico (turbiedad, sólidos suspendidos totales, pH y conductividad) de las aguas del río Huaycoloro al ser tratados con coagulante a base de goma de tara y sulfato de aluminio a diferentes concentraciones y velocidades?

¿Cuál serán los valores de los parámetros químicos (DBO₅ y DQO) de las aguas del río Huaycoloro al ser tratados con coagulante a base de goma de tara y sulfato de aluminio a diferentes concentraciones y velocidades?

1.5 Justificación del estudio

La alta contaminación presente a lo largo del río Huaycoloro en especial su nivel de turbiedad, sólidos suspendidos totales, DBO₅ y DQO, asume mucha importancia en buscar un coagulante con gran capacidad para su clarificación y no solo para el uso en plantas de tratamiento sino en poblados rurales adyacentes carentes de medios para mejorar la calidad del agua que consumen o para su uso doméstico.

Para la purificación del agua es necesario eliminar las impurezas, para lo cual se aplica comúnmente coagulantes de origen químico, entre los cuales hallamos el sulfato de aluminio, que permitirá que el agua obtenga las características inocuas para su consumo, sin embargo quedan residuos de su uso al finalizar el tratamiento.

La Organización Mundial de la Salud (2006) recomienda reducir los residuos de aluminio en agua para consumo evitando aplicaciones de dosis excesivas, estableciendo un parámetro referencial, para plantas de tratamientos de gran tamaño hasta 0,1 mg/L o menos y en instalaciones que abastece a poblaciones menos de 10 000 personas se puede disminuir hasta 0,2mg/L o menos.

Estudios científicos en donde se usa coagulantes de origen natural llamados biocoagulantes, manifiestan que tiene un buen efecto de remoción. En una revisión bibliográfica elaborado por Guzmán, L.; Villabona, Á.; Tejada, C. y García, R. llegan a la conclusión que los coagulantes naturales tienen mayor acción de remoción de turbidez del agua comparado con el sulfato de aluminio y usándolos como refuerzo de coagulación se puede lograr la reducción significativa de las dosis de sulfato de aluminio. Una tesis desarrollada en el río Pollo en Otuzo en Trujillo evaluaron el poder de remoción de la semilla *Caesalpinia spinosa* (Tara) logrando resultados favorecedores en concentraciones menores a 200 ppm (2016). Aguilar, A. en una muestra sintética determina que la mayor remoción se efectuó en dosis a base de sulfato de aluminio y goma de tara (2010).

La tara nombre científico *Caesalpinia spinosa*, oriundo del Perú que crece entre los 800 y 2,800 msnm pero gracias a su demanda, siendo su auge en el 2012 llegando a 38 mil toneladas de producción, provoca que los productores la adapten a condiciones climáticas costeras obteniendo tara durante todo el año, ya que estas se limitaban a climas de sierra y con cosechas en los meses de mayo y noviembre (MINAGRI, 2017).

En este sentido la presente investigación se justifica en estudiar la goma de tara como uso de coagulante ya que al ser natural se degrada con facilidad y además su producción es factible porque no tiene problemas de adaptación, fácil de cultivar en el territorio peruano.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades, si permitirá el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro – 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

La eficiencia del coagulante base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes concentraciones y velocidades mejora los valores de los parámetros físicos (turbiedad, sólidos suspendidos totales, pH y conductividad) de las aguas del río Huaycoloro – 2018.

La eficiencia del coagulante base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes concentraciones y velocidades mejora los valores de los parámetros químicos (DBO₅ y DQO) de las aguas del río Huaycoloro – 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes concentraciones y velocidades, para el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro – 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Determinar la eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio si ante diferentes concentraciones y velocidades, mejora los parámetros físicos (turbiedad, sólidos suspendidos totales, pH y conductividad) de las aguas del río Huaycoloro - 2018.

Determinar la eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio si ante diferentes concentraciones y velocidades, se mejora los parámetros químicos (DBO₅ y DQO) de las aguas del río Huaycoloro - 2018.

II. Método

2.1 Diseño de investigación

El presente trabajo corresponde a un diseño experimental, por tal que se generara a la variable dependiente nueva información/medición

2.1.1 Tipo de estudio

La presente investigación es de tipo aplicativo, pues se toma en consideración conocimientos de investigaciones pasadas para dar solución a un problema practico (Hernández, 2010, pag.60).

2.1.2 Diseño experimental

Es experimental porque se realizará la manipulación controlada de una de las variables. Hernández, R; Fernandez, C y Baptista, M. (2014) sostiene que existen tres modalidades de diseño experimental, en la cual mi investigación se ubica en un pre experimental de diseño de pre test y pos test con un grupo.

GRUPO	PRETEST	TRATAMIENTO	POSTEST
A	O ₁	X	O ₂

Dónde:

A: Aguas del rio Huaycoloro

O₁: Observaciones antes del tratamiento

X: Tratamiento con coagulante a base de goma de tara con sulfato de aluminio

O₂: Observaciones después de tratamiento

2.2 Variables, y matriz de operacionalización

En la **Tabla 3**, se muestran la matriz de operacionalización de las variables que contempla la presente propuesta de investigación

Tabla 3. *Matriz de operacionalización de variables*

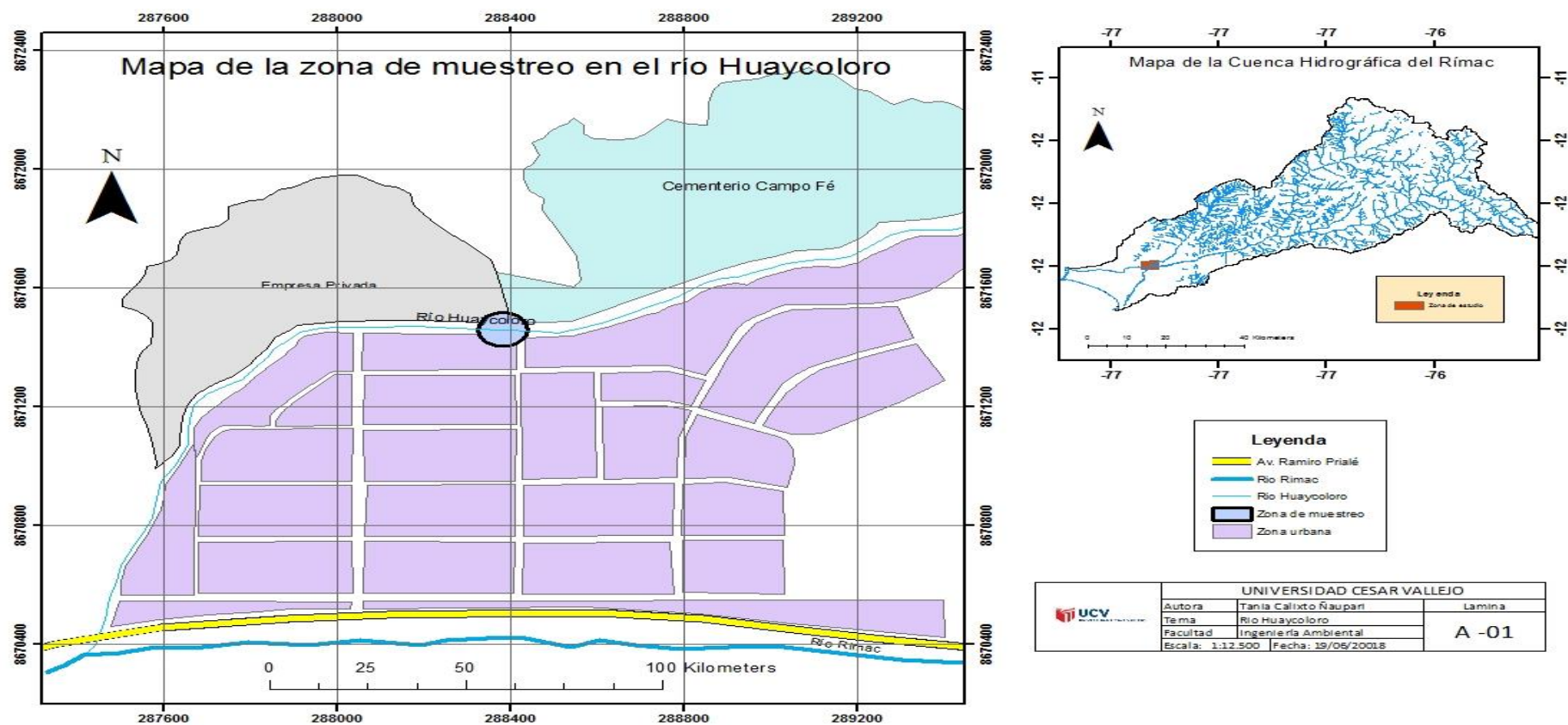
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente	Capacidad de la goma de tara con sulfato de aluminio en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica (DBO ₅ y DQO) (Bravo G., M. y Gutiérrez L. J., 2016)	Disminuir características fisicoquímicas del agua del río Huaycoloro mediante la aplicación del coagulante a base de goma de tara a distintas concentraciones y diferentes velocidades	Velocidad de agitación óptima	Agitación Rápida (RPM) Agitación Lenta (RPM)	Razón
Eficiencia del coagulante de tara			Coagulante Tara	Concentración (%) 0.5 % 1.0 % 1.5 %	Razón
Dependiente	Es la desestabilización de coloides en un cuerpo de agua que provoca su turbidez. (SEDAPAL, 2000)	Se adiciona el coagulante a base de tara para generar el proceso de coagulación en materiales en suspensión de las aguas del río Huaycoloro y obtener su eficiencia.	Parámetros físicos	Turbidez (UNT) SST (mg/L) Conductividad (μS/cm) Temperatura (°C) pH (unidad de pH)	Razón
Tratamiento de aguas del río Huaycoloro			Parámetros químicos	DQO (mg/L) DBO ₅ (mg/L)	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población de estudio es de las aguas del río Huaycoloro durante los meses de mayo y junio.



Fuente: Elaboración propia adaptado de ArcGis 2018

Figura 4. Ubicación del punto de muestreo

2.3.2 Muestra

El volumen de muestra de aguas del río Huaycoloro corresponde a 290 litros y se tomó adicional 3 litros que serán utilizados para los análisis de DBO₅, DQO y sólidos suspendidos totales.

2.3.3 Muestreo

El muestreo es aleatorio simple donde se tomó al azar el volumen previsto para el tratamiento, en la cual se basó en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

Tabla 4. *Ubicación de punto de muestreo*

UBICACIÓN			
Distrito	Provincia		Departamento
San Juan de Lurigancho	Lima		Lima
Coordenadas	Latitud	Longitud	m.s.n.m.
	12° 00' 39"	76° 56' 42"	382

Fuente: Elaboración propia

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas que se utilizó se describen en el desarrollo de la metodología a continuación:

2.4.1 Diseño metodológico

Etapa 1: Ubicación de punto de muestreo

El punto de recolección se encuentra a 1 Km aproximadamente de la desembocadura al río Rímac que se ubica a unos 50 metros de la atarjea, como referencia el cementerio Campo Fe. Ver **Tabla 3**.

Etapa 2: Muestreo de agua

Para la recolección de agua del río Huaycoloro se tomó en consideración el Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales elaborado por ANA, en la cual da las especificaciones del muestreo, Se recolectó 100 litros de agua

con 3 litros adicionales para ser llevados para los análisis de, DBO₅, DQO y SST un litro cada uno según condiciones del laboratorio que fueron rotulados y almacenados en cooler para su transporte inmediato.

Los análisis in situ que se realizó fueron la temperatura, pH y la conductividad eléctrica.

Etapa 3: Pruebas en Laboratorio

Se midió la turbiedad, pH, temperatura y conductividad eléctrica iniciales, antes de cada tratamiento.

Etapa 4: Prueba de jarra

Elaboración de coagulante

Al 0.5 %, se pesó 0.25 gr. de goma de tara o sulfato de aluminio que se disolvió en 50 ml de agua destilada hasta lograr una mezcla homogénea al frío

Dosis y concentración óptima

En esta etapa se realizó distintas pruebas de jarra para determinar la dosis óptima del coagulante de sulfato de aluminio, agregando varios volúmenes (ml) en cada jarra y obtener como resultado el de menor turbiedad. Se realizó lo mismo con la goma de tara. Se procedió a variar las concentraciones (0.5%, 1% y 1.5%) con la misma dosis óptima en cada jarra

Velocidad de Agitación

Las velocidades de agitación rápida para que la coagulación se dé fueron de 100, 150 y 300 rpm.

Las velocidades de agitación lenta para que la floculación se produzca fueron de 20, 30 y 45 rpm.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos elaborados y validados establecidos en cada etapa de la investigación se muestran en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Captación de las muestras de agua del río Huaycoloro	Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, elaborado por ANA	Observación y para la recolección de datos	Ficha del punto de muestra de agua	Captación de 80 litros de agua del río Huaycoloro
Análisis de la muestra	Método de análisis físico y químico en laboratorio acreditado	Observación y Experimental	Ficha del análisis inicial de la muestra de agua	Determinar parámetros físicos y químicos antes del tratamiento con coagulantes
Tratamiento con coagulantes	Análisis en Laboratorio acreditado	Observación y Experimental	Ficha para la dosis óptima Ficha para la concentración óptima	Determinar eficiencia de remoción de turbiedad a diferentes niveles de concentración
			Ficha para la velocidad de agitación rápida Ficha para la velocidad de agitación lenta	Determinar eficiencia de remoción de turbiedad a distintas velocidades

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Validación del instrumento

Los instrumentos deben estar condicionados para la toma de datos de los indicadores para lograr los objetivos en el desarrollo del proyecto de tesis, para ello serán evaluados por tres profesionales que cuentan con conocimientos y experiencia en el tratamiento de calidad del agua, haciendo uso de su criterio para la aprobación de los instrumentos, a través de las fichas de validación de la Universidad Cesar Vallejo que brindarán sus observaciones.

2.4.4 Confiabilidad del instrumento

Los instrumentos para el desarrollo del proyecto de investigación fue validada por tres profesionales experto, las cuales fueron procesadas en el software IBM SPSS Statistics para evaluar su fiabilidad a través del alfa de Cronbach. En el **Anexo 1** se observa que los coeficientes de alfa de Cronbach para cada instrumento son mayor que 9, lo cual indica que es aceptable.

2.5 Métodos de análisis de datos

Los datos e información obtenida en la fase experimental del desarrollo del proyecto de tesis serán procesados y analizados estadísticamente con el software IBM SPSS Statistics, también se hará uso de Microsoft Office (Word y Excel), que permitirá comparar que coagulante y a qué condiciones es más eficiente en el tratamiento de agua del río Huaycoloro.

2.6 Aspectos éticos

El investigador se somete a principios de ética que puedan influenciar durante el tiempo que dure el proyecto de investigación.

El proyecto de investigación respetará las normas, leyes y otros documentos de política que estén sujetos al desarrollo del trabajo de investigación.

De esta manera se considera como criterios:

- Confiabilidad de información
- Autenticidad de resultados
- Confidencialidad de información
- Plagio, la investigación no presenta uso de ideas o resultados preliminares ajenos.

- Responsabilidad social, política y ética.
- Reconocimiento de trabajos referentes para obtener información.

III. Resultados

Se procederá a detallar los resultados obtenidos de los parámetros físicos y químicos iniciales y finales del tratamiento con la goma de tara para el tratamiento del río Huaycoloro, tal como se aprecia en las **Tablas 6 y 7**.

Tabla 6. *Parámetros físico iniciales de las aguas del río Huaycoloro*

Parámetros físico iniciales de las aguas del río Huaycoloro						
Procesos del tratamiento		Turbiedad	pH	conductividad	temperatura	SST
Concentración	1 repetición	172,00	7,59	1980,00	23,50	131,40
	2 repetición	259,00	7,87	2015,00	23,00	155,60
	3 repetición	342,00	8,10	2074,00	22,20	184,30
Velocidad rápida	1 repetición	170,00	7,50	1968,00	23,40	131,40
	2 repetición	268,00	7,90	2027,00	23,10	155,60
	3 repetición	387,00	8,20	2094,00	22,20	184,30
Velocidad lenta	1 repetición	175,20	7,50	1975,20	23,20	131,40
	2 repetición	257,80	7,99	2045,10	23,10	155,60
	3 repetición	364,10	8,39	2096,40	22,40	184,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro*

Parámetros químicos iniciales de las aguas del río Huaycoloro			
Procesos del tratamiento		DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)
Dosis	1 repetición	224,50	110,80
	2 repetición	296,50	145,50
	3 repetición	347,00	192,70
Concentración	1 repetición	224,50	110,80
	2 repetición	296,50	145,50
	3 repetición	347,00	192,70

Velocidad rápida	1 repetición	224,50	110,80
	2 repetición	296,50	145,50
	3 repetición	347,00	192,70
Velocidad lenta	1 repetición	224,50	110,80
	2 repetición	296,50	145,50
	3 repetición	347,00	192,70

Fuente: Elaboración propia

Resultados de los parámetros fisicoquímicos

Resultados de la dosis

Para iniciara la variación de concentraciones de los coagulantes necesitamos conocer la dosis más óptima para cada uno, de ello se obtuvo los resultados que figuran en la **Tabla 8 y 9**.

Tabla 8. Resultados de parámetros físicos de las aguas del río Huaycoloro de las dosis

Parámetros físico de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento									
Tratamiento	Dosis		pH	Conductividad (μ S/cm)	T (°C)	Turbiedad (NTU)	% Remoción de turbiedad	SST (mg/L)	% Remoción de SST
Sulfato de aluminio	25 mg/L	1 rept.	7,20	1877,20	23,24	7,10	95,270	25,80	80,365
		2 rept.	7,56	1967,34	23,08	10,30	94,570	36,10	76,799
		3 rept.	8,05	2043,00	22,20	19,60	92,559	46,40	74,824
	50 mg/L	1 rept.	7,17	1870,40	23,19	3,90	97,402	23,90	81,811
		2 rept.	7,50	1962,90	23,01	5,59	97,053	31,80	79,563
		3 rept.	7,99	2037,90	22,16	8,50	96,773	38,80	78,947
	100 mg/L	1 rept.	7,06	1859,70	23,05	2,50	98,334	15,50	88,204
		2 rept.	7,37	1952,30	22,87	3,36	98,229	18,60	88,046
		3 rept.	7,82	2026,40	22,00	4,89	98,144	24,70	86,598
Goma	25 mg/L	1 rept.	7,36	1887,60	23,35	26,74	82,185	42,80	67,428
		2 rept.	7,67	1983,10	23,16	36,80	80,601	55,30	64,460

Goma de tara + Sulfato de aluminio	50 mg/L	3 rept.	8,14	2055,40	22,27	54,40	79,347	68,10	63,049
		1 rept.	7,31	1884,10	23,30	17,67	88,228	32,30	75,419
		2 rept.	7,62	1979,10	23,13	26,60	85,978	49,70	68,059
	100 mg/L	3 rept.	8,10	2051,10	22,25	39,97	84,825	60,90	66,956
		1 rept.	7,24	1881,20	23,28	10,00	93,338	29,40	77,626
		2 rept.	7,58	1975,60	23,10	18,20	90,406	39,90	74,357
	50 - 50 mg/L	3 rept.	8,08	2048,80	22,23	26,80	89,825	50,70	72,491
		1 rept.	7,16	1866,80	23,14	3,40	97,735	21,70	83,486
		2 rept.	7,48	1958,20	22,98	4,80	97,470	28,40	81,748
	80 - 50 mg/L	3 rept.	7,96	2032,50	22,10	7,80	97,039	34,10	81,498
		1 rept.	7,04	1858,20	23,00	2,32	98,454	14,00	89,346
		2 rept.	7,35	1950,10	22,82	3,20	98,313	17,90	88,496
100 - 50 mg/L	3 rept.	7,80	2022,30	21,96	4,70	98,216	24,30	86,815	
	1 rept.	7,12	1862,30	23,10	3,00	98,001	18,70	85,769	
	2 rept.	7,43	1954,50	22,95	4,28	97,744	24,20	84,447	
	3 rept.	7,91	2030,20	22,06	6,90	97,380	30,10	83,668	

Fuente: Elaboración propia

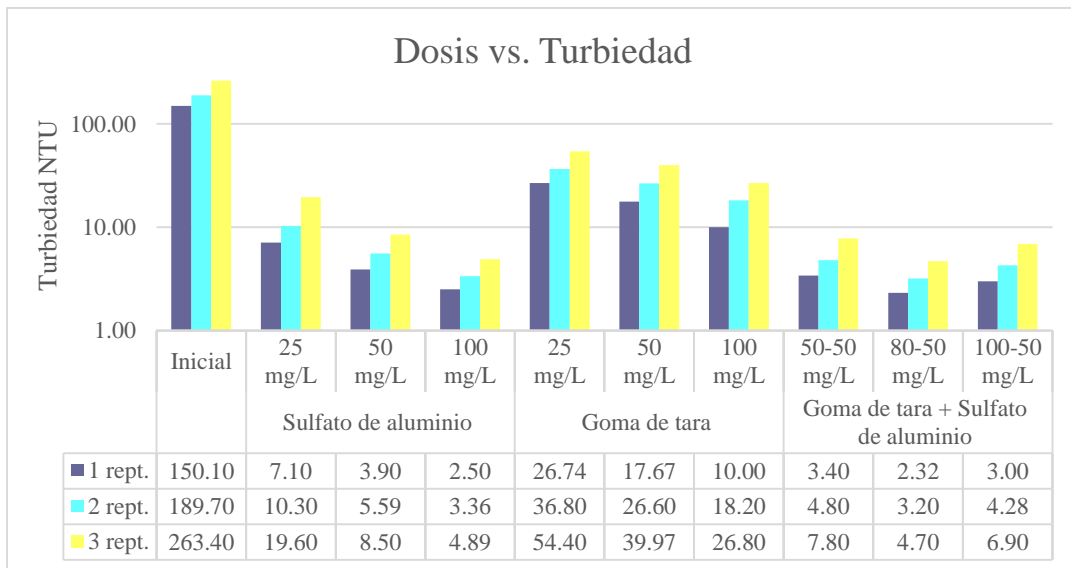
Tabla 9. Resultado de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de la dosis

Parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento						
Tratamiento	Dosis		DQO	% Remoción de DQO	DBO ₅	% Remoción de DBO ₅
Sulfato de aluminio	25 mg/L	1 rept.	57,20	74,52	34,10	69,22
		2 rept.	79,60	73,15	50,30	65,43
		3 rept.	97,20	71,99	72,40	62,43
	50 mg/L	1 rept.	53,40	76,21	31,70	71,39
		2 rept.	72,80	75,45	45,70	68,59
		3 rept.	89,50	74,21	67,30	65,08
	100 mg/L	1 rept.	44,30	80,27	22,10	80,05
		2 rept.	60,40	79,63	31,60	78,28
		3 rept.	72,10	79,22	42,94	77,72
Goma de tara	25 mg/L	1 rept.	119,90	46,59	63,40	42,78
		2 rept.	163,10	44,99	88,70	39,04
		3 rept.	199,10	42,62	118,40	38,56

Goma de tara + Sulfato de aluminio	50 mg/L	1 rept.	71,70	68,06	49,70	55,14
		2 rept.	99,40	66,48	65,70	54,85
		3 rept.	122,20	64,78	90,10	53,24
	100 mg/L	1 rept.	67,00	70,16	44,50	59,84
		2 rept.	90,60	69,44	60,40	58,49
		3 rept.	110,70	68,10	81,70	57,60
	50 - 50 mg/L	1 rept.	50,10	77,68	29,40	73,47
		2 rept.	69,10	76,69	40,40	72,23
		3 rept.	86,90	74,96	59,10	69,33
	80 - 50 mg/L	1 rept.	43,60	80,58	21,70	80,42
		2 rept.	60,00	79,76	30,30	79,18
		3 rept.	71,40	79,42	41,70	78,36
100 - 50 mg/L	1 rept.	46,70	79,20	26,40	76,17	
	2 rept.	65,30	77,98	37,10	74,50	
	3 rept.	79,90	76,97	52,10	72,96	

Fuente: Elaboración propia

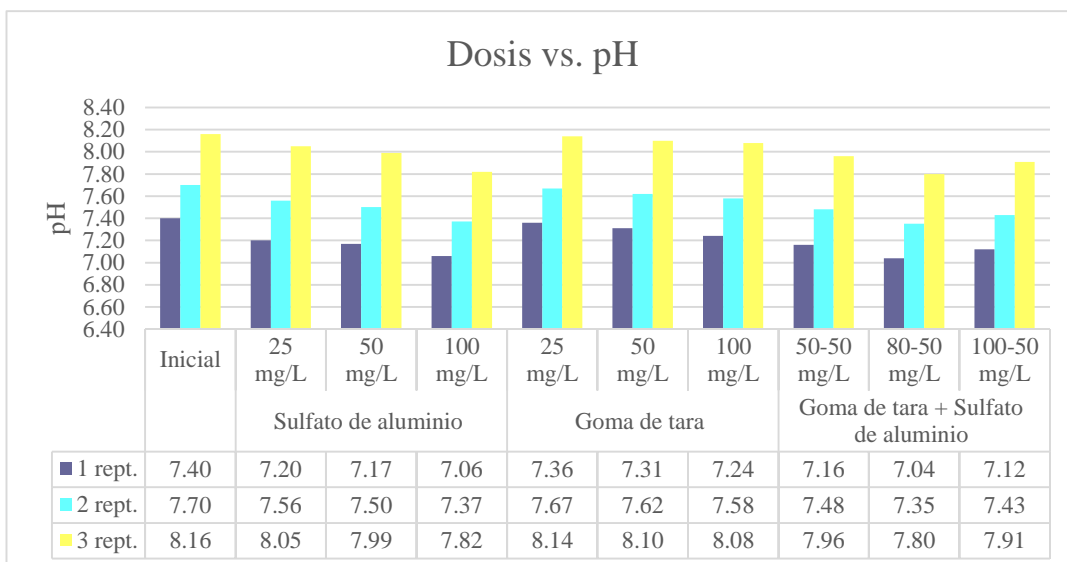
En la **Figura 5** se observa una mayor remoción de turbiedad usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, teniendo una turbiedad inicial de 263.40 NTU lo disminuyo a 4.70 NTU, en cambio con solo la aplicación del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100 mg/L, se logró 4.89 NTU. Por otro lado, al utilizar solo goma de tara al 0.5% con dosis de 100 mg/L, se logró 26.80 NTU.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Dosis vs. Turbiedad

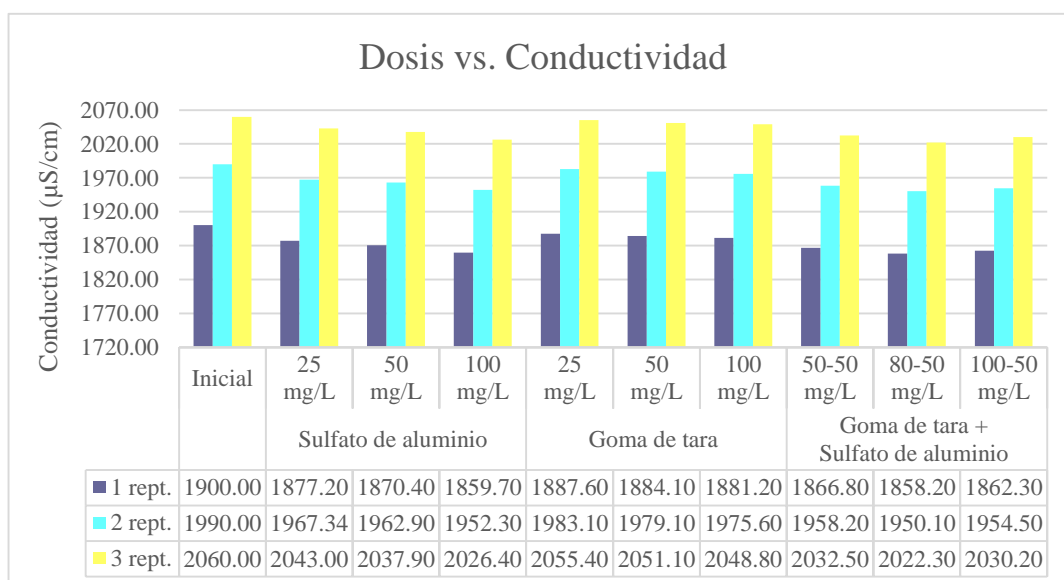
En la **Figura 6** se observa una mejora en el pH usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, teniendo un mayor pH inicial de 8.16, paso a 7.80 pH, en cambio con solo la aplicación del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100 mg/L, se logró 7.82 pH. Por otro lado, al utilizar solo goma de tara al 0.5% con dosis de 100 mg/L, tuvo como pH final de 8.08.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Dosis vs. pH

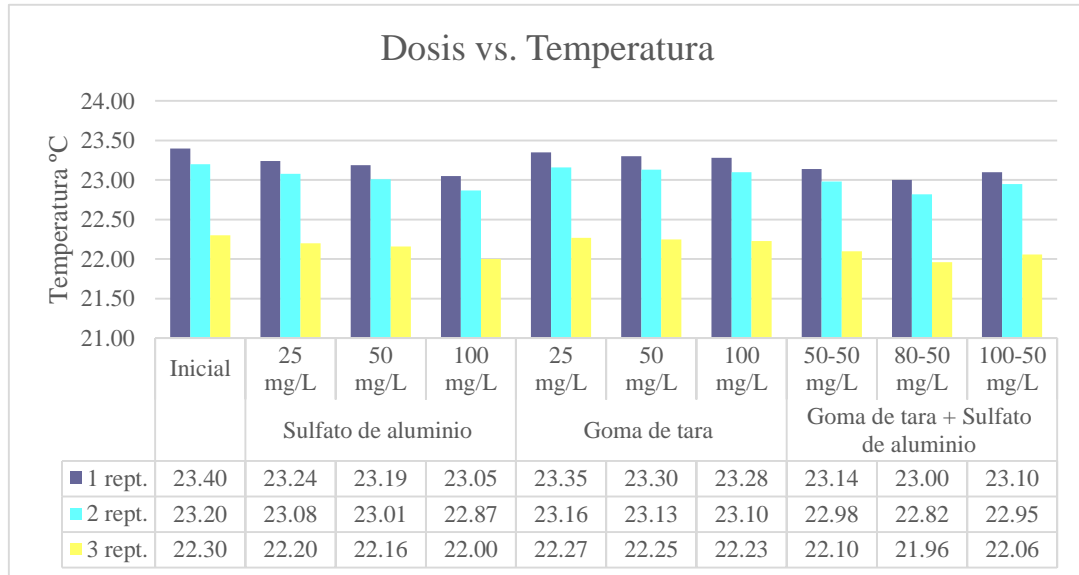
En la **Figura 7** se observa una disminución de la conductividad usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, teniendo como mayor conductividad inicial de 2060.00 $\mu\text{S/cm}$, disminuyendo a 2022.30 $\mu\text{S/cm}$, en cambio con solo la aplicación del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100 mg/L, se logró 7.82 pH. Por otro lado, al utilizar solo goma de tara al 0.5% con dosis de 100mg/L, tuvo como conductividad final de 2048.8 $\mu\text{S/cm}$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Dosis vs. Conductividad

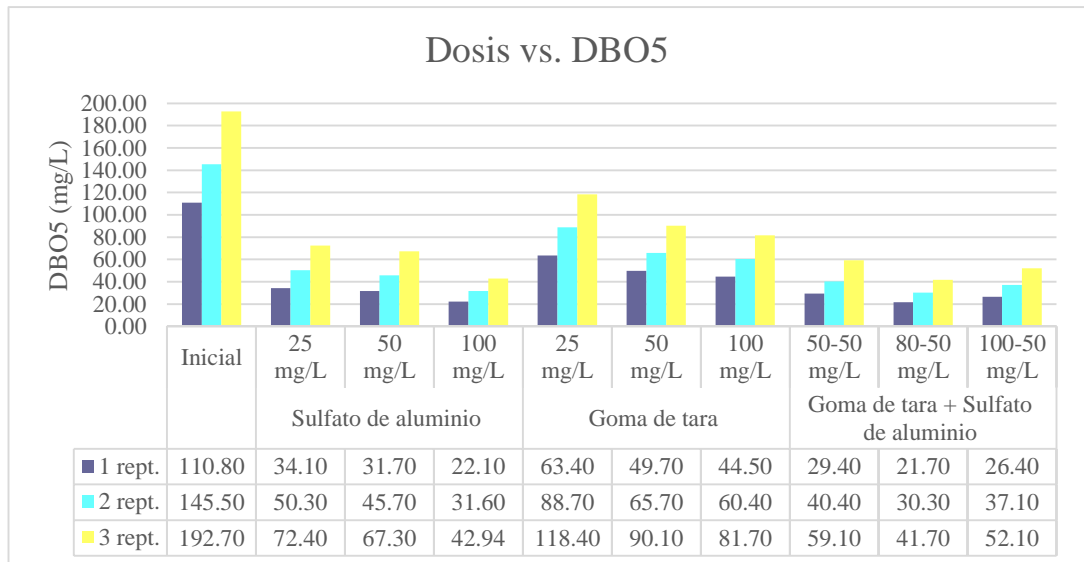
En la **Figura 8** se observa cambios en la temperatura, en la que se registra mayor cambio de disminución es usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, seguido el uso del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Dosis vs. Temperatura

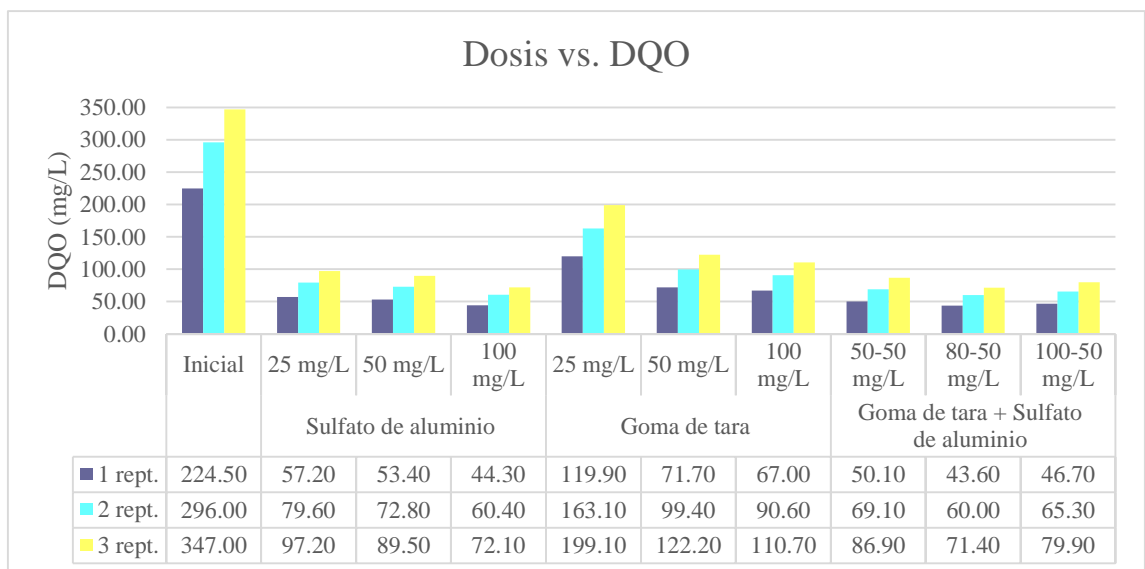
En la **Figura 9** se observa una remoción de DBO₅ usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, teniendo como una cantidad máxima de DBO₅ inicial de 192.70 mg/L, disminuyendo a 41.70 mg/L, en cambio con solo la aplicación del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100 mg/L, se logró 42.94 mg/L. Por otro lado, al utilizar solo goma de tara al 0.5% con dosis de 100mg/L, tuvo como DBO₅ final de 81.70 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Dosis vs. DBO₅

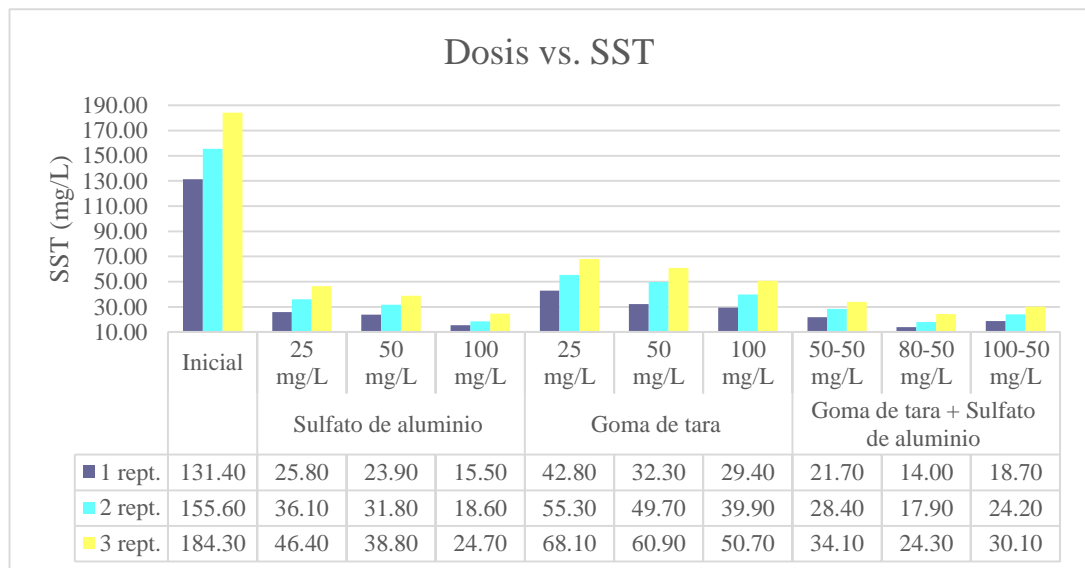
En la **Figura 10** se observa una remoción de DQO₅ usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, teniendo como una cantidad máxima de DBO₅ inicial de 347.00 mg/L, disminuyendo a 71.40 mg/L, en cambio con solo la aplicación del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100mg/L, se logró 72.10 mg/L. Por otro lado, al utilizar solo goma de tara al 0.5% con dosis de 100 mg/L, tuvo como DBO₅ final de 110.70 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Dosis vs. DQO

En la **Figura 11** se observa una remoción de sólidos suspendidos totales usando la goma de tara al 0.5% con dosis de 80 mg/L+ sulfato de aluminio al 0.5% con 50 mg/L en cada repetición, teniendo como una cantidad máxima de SST inicial de 184.30 mg/L, disminuyendo a 24.30 mg/L, en cambio con solo la aplicación del sulfato de aluminio al 0.5% con una dosis de 100 mg/L, se logró 24.70 mg/L. Por otro lado, al utilizar solo goma de tara al 0.5% con dosis de 100 mg/L, tuvo como SST final de 50.70 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Dosis vs. SST

Resultados a diferentes concentraciones

A partir del tratamiento del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio y de la aplicación del sulfato de aluminio individualmente a distintos niveles de concentración se obtuvo los resultados fisicoquímicos representados en la **Tabla 10 y 11**.

Tabla 10. Resultados de los parámetros físicos del río Huaycoloro de las concentraciones

Parámetros físico de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento									
Tratamiento	Concentración		pH	Conductividad (μS/cm)	T (°C)	Turbiedad (NTU)	% Remoción de turbiedad	SST (mg/L)	% Remoción de SST
Sulfato de aluminio	0,5%	1 rept.	7,22	1942,10	23,21	2,60	98,488	18,70	85,769
		2 rept.	7,50	1966,80	22,64	4,05	98,436	23,20	85,090
		3 rept.	7,73	2028,20	21,90	5,42	98,415	27,90	84,862
	1,0%	1 rept.	7,12	1932,40	22,96	2,46	98,570	16,50	87,443
		2 rept.	7,40	1962,50	22,52	3,85	98,514	20,90	86,568
		3 rept.	7,64	2021,50	21,77	5,13	98,500	25,30	86,272
	1,5%	1 rept.	7,29	1945,20	23,28	2,80	98,372	20,10	84,703
		2 rept.	7,57	1970,60	22,71	4,30	98,340	24,40	84,319
		3 rept.	7,81	2030,80	21,99	5,85	98,289	29,70	83,885
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1%	0,5%	1 rept.	7,10	1920,50	22,94	2,37	98,622	15,90	87,900
		2 rept.	7,37	1958,60	22,50	3,60	98,610	19,60	87,404
		3 rept.	7,60	2019,90	21,75	4,80	98,596	24,10	86,923
	1,0%	1 rept.	7,16	1934,90	23,04	2,55	98,517	17,40	86,758
		2 rept.	7,45	1965,20	22,58	3,95	98,475	21,80	85,990
		3 rept.	7,69	2025,30	21,81	5,29	98,453	26,10	85,838
	1,5%	1 rept.	7,11	1924,40	22,95	2,44	98,581	16,30	87,595
		2 rept.	7,38	1959,40	22,51	3,75	98,552	20,30	86,954
		3 rept.	7,62	2020,80	21,76	5,00	98,538	25,10	86,381

Fuente: Elaboración propia

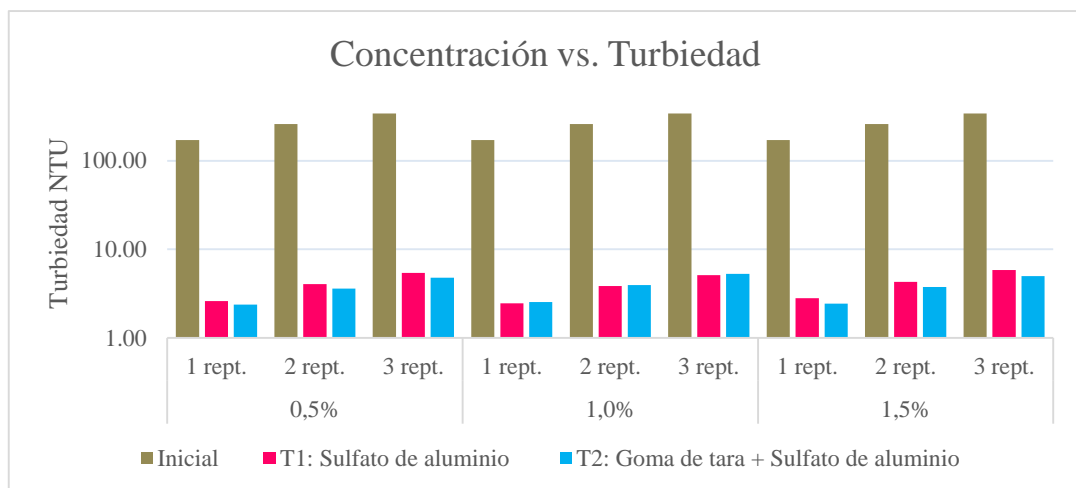
Tabla 11. Resultados de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de las concentraciones

Parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento						
Tratamiento	Concentración		DQO	% Remoción de DQO	DBO ₅	% Remoción de DBO ₅
Sulfato de aluminio	0,5%	1 rept.	45,83	79,59	23,10	79,15
		2 rept.	61,30	79,33	33,60	76,91
		3 rept.	72,23	79,18	44,80	76,75
	1,0%	1 rept.	45,10	79,91	21,50	80,60
		2 rept.	60,20	79,70	31,40	78,42
		3 rept.	70,90	79,57	42,50	77,94
	1,5%	1 rept.	46,30	79,38	23,80	78,52
		2 rept.	62,70	78,85	35,10	75,88

Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1%	0,5%	3 rept.	73,15	78,92	46,20	76,02
		1 rept.	44,80	80,04	20,80	81,23
		2 rept.	59,50	79,93	30,50	79,04
	1,0%	3 rept.	70,00	79,83	41,10	78,67
		1 rept.	45,40	79,78	22,40	79,78
		2 rept.	60,78	79,50	32,70	77,53
	1,5%	3 rept.	71,70	79,34	43,70	77,32
		1 rept.	44,50	80,18	21,40	80,69
		2 rept.	60,10	79,73	31,00	78,69
		3 rept.	70,50	79,68	42,30	78,05

Fuente: Elaboración propia

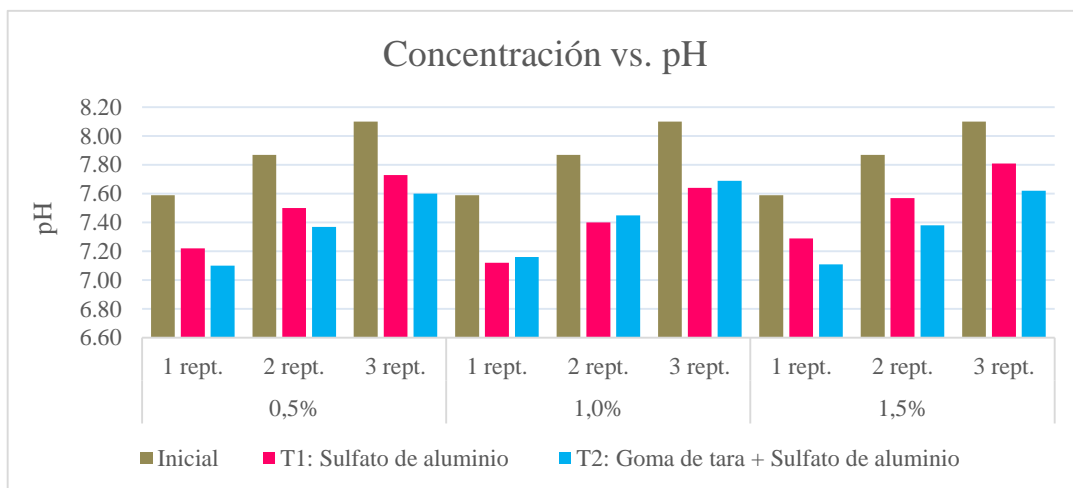
En la **Figura 12** se observa que para T1 los valores promedio de turbiedad final está entre 2.46 NTU y 5.13 NTU, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) valores promedios de turbiedad final entre 2.37 NTU y 4.80 NTU.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Concentración vs. Turbiedad

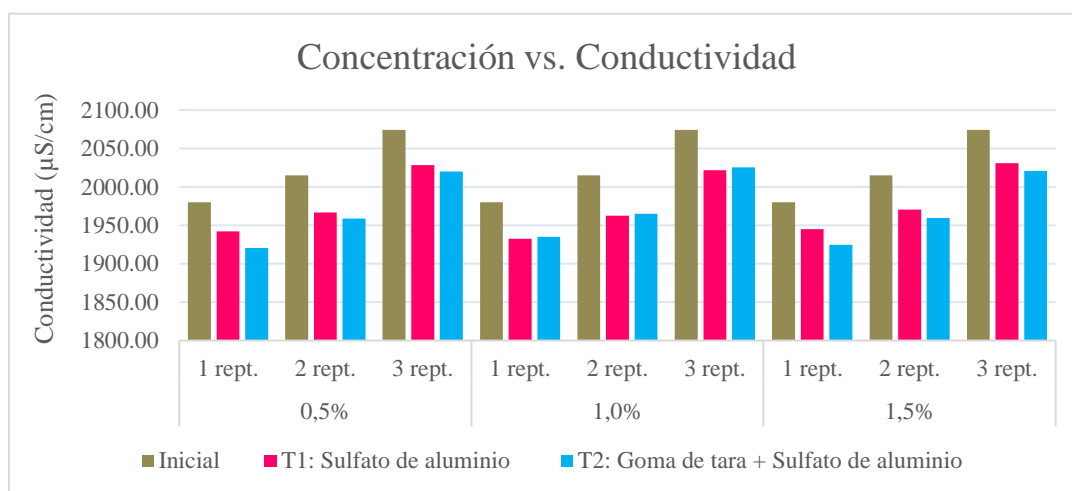
En la **Figura 13** se observa que para T1 los valores promedio de pH final están entre 7.12 y 7.64 pH, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) valores promedios de pH final entre 7.10 y 7.60 pH.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Concentración vs. pH

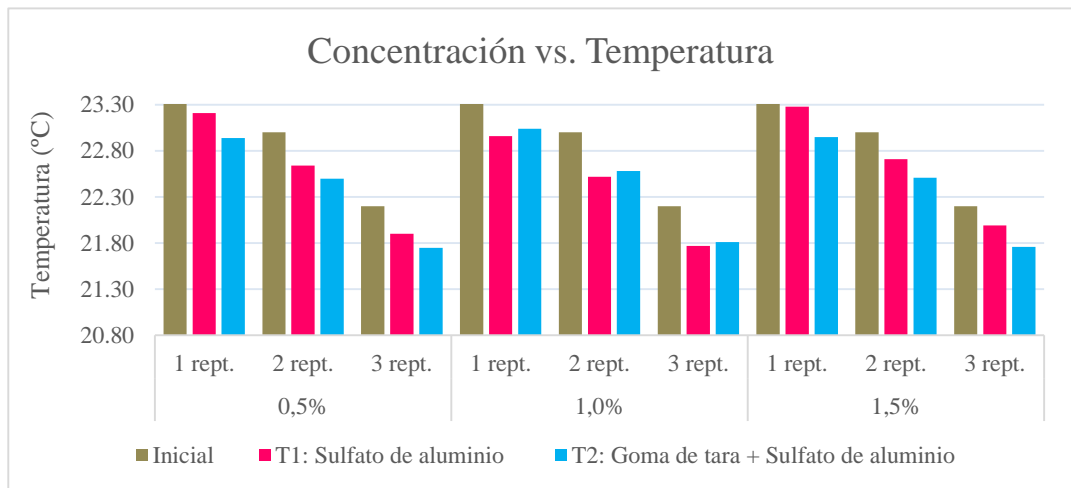
En la **Figura 14** se observa que para T1 los valores promedio de conductividad están entre 1932.40 y 2021.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) registró valores promedios de 1920.50 y 2019.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Concentración vs. Conductividad

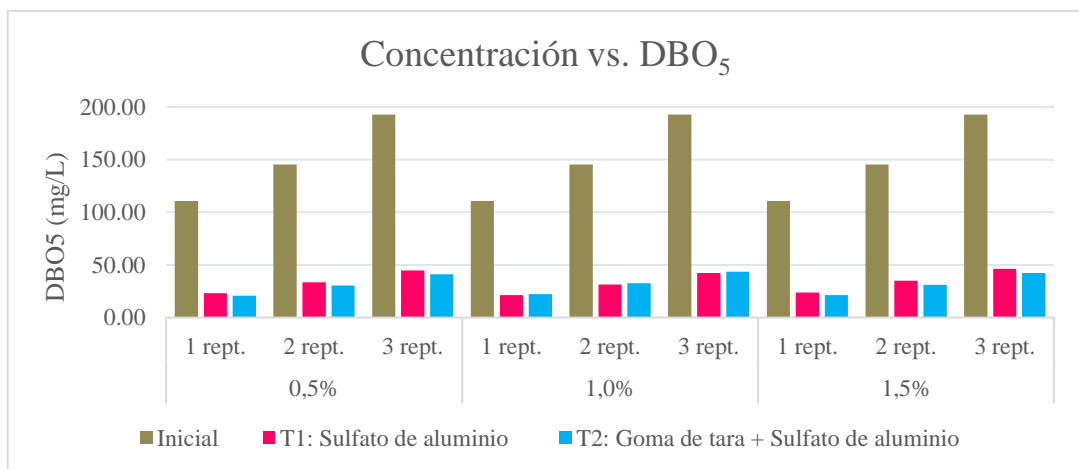
En la **Figura 15** se observa que para T1 los valores promedio de la temperatura está entre 22.96 y 21.77 $^{\circ}\text{C}$, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) registró valores promedios de temperatura entre 22.94 y 21.75 $^{\circ}\text{C}$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Concentración vs. Temperatura

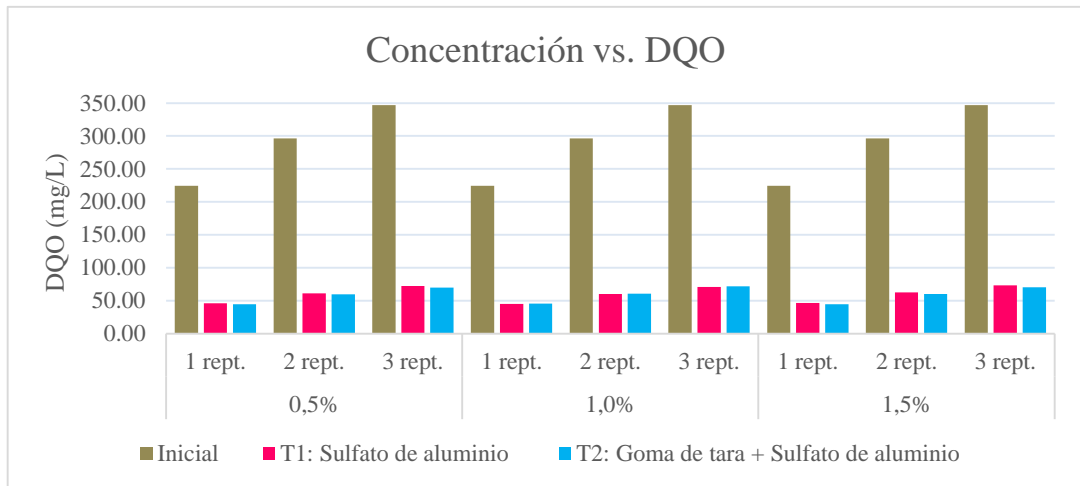
En la **Figura 16** se observa que para T1 los valores promedio de DBO₅ están entre 21.50 y 42.50 mg/L, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) registró valores promedios de DBO₅ entre 20.8 y 41.10 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Concentración vs. DBO₅

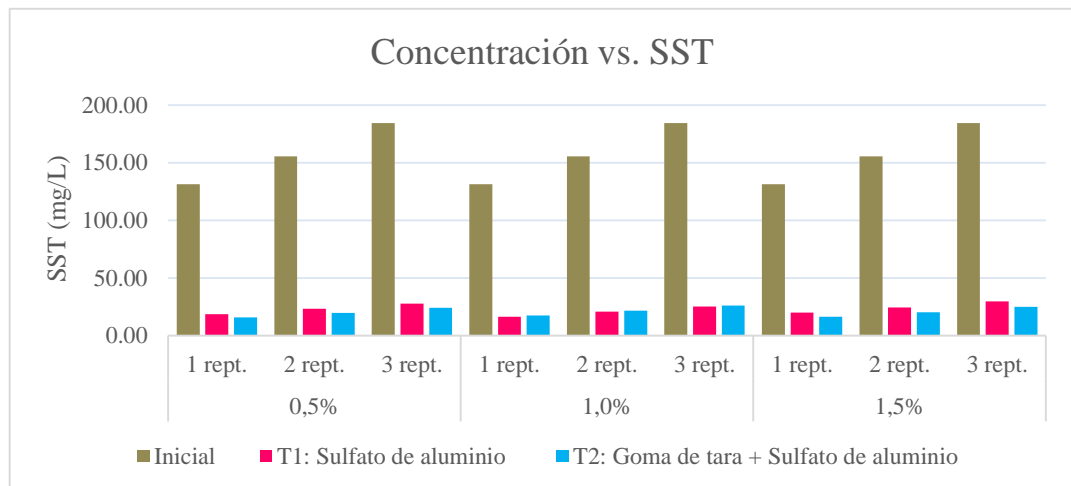
En la **Figura 17** se observa que para T1 los valores promedio de DQO están entre 45.10 y 70.90 mg/L, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) registró valores promedios de DQO entre 44.80 y 70.00 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Concentración vs. DQO

En la **Figura 18** se observa que para T1 los valores promedio de SST están entre 16.50 y 25.30 mg/L, en una concentración de 1%; la cual fue óptima. En cambio, T2 (goma de tara al 0.5% más sulfato de aluminio al 1%) registró valores promedios de SST entre 15.90 y 24.10 mg/L.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Concentración vs. SST

Resultados a diferentes velocidades rápidas

A partir del tratamiento del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio y de la aplicación del sulfato de aluminio individualmente a diferentes velocidades rápidas se obtuvo los resultados fisicoquímicos representados en la **Tabla 12 y 13**.

Tabla 12. Resultados de los parámetros físicos del río Huaycoloro de las velocidades rápidas

Parámetros físico de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento									
Tratamiento	Velocidad rápida	pH	Conductividad (μS/cm)	T (°C)	Turbiedad (NTU)	% Remoción de turbiedad	SST (mg/L)	% Remoción de SST	
Sulfato de aluminio	100 RPM	1 rept.	7,15	1918,70	23,00	2,80	98,353	22,10	83,181
		2 rept.	7,60	1980,10	22,75	4,61	98,280	27,80	82,134
		3 rept.	7,90	2048,10	21,90	6,91	98,214	34,90	81,063
	150 RPM	1 rept.	7,05	1901,80	22,80	2,35	98,618	17,30	86,834
		2 rept.	7,42	1961,40	22,55	3,85	98,563	23,00	85,219
		3 rept.	7,75	2036,10	21,70	5,50	98,579	28,40	84,590
	300 RPM	1 rept.	7,30	1932,40	23,20	3,50	97,941	30,00	77,169
		2 rept.	7,70	1993,20	22,97	5,67	97,884	37,30	76,028
		3 rept.	8,00	2061,70	22,12	8,64	97,767	45,60	75,258
Goma de tara + Sulfato de aluminio	100 RPM	1 rept.	7,10	1912,50	22,90	2,50	98,529	19,70	85,008
		2 rept.	7,48	1972,50	22,65	3,97	98,519	24,20	84,447
		3 rept.	7,80	2042,00	21,80	5,80	98,501	30,30	83,559
	150 RPM	1 rept.	7,02	1900,10	22,75	2,30	98,647	17,10	86,986
		2 rept.	7,40	1960,40	22,50	3,70	98,619	21,60	86,118
		3 rept.	7,71	2034,30	21,65	5,40	98,605	26,70	85,513
	300 RPM	1 rept.	7,20	1928,30	23,10	3,10	98,176	17,90	86,377
		2 rept.	7,65	1989,60	22,85	5,14	98,082	22,00	85,861
		3 rept.	7,95	2057,10	21,99	7,78	97,990	28,30	84,645

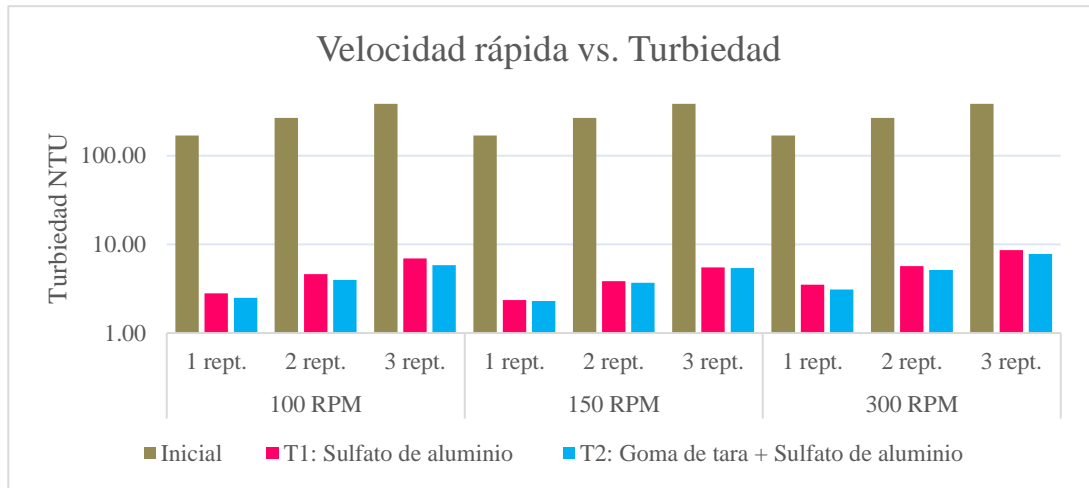
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de las velocidades rápidas

Parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento						
Tratamiento	Velocidad rápida		DQO	% Remoción de DQO	DBO ₅	% Remoción de DBO ₅
Sulfato de aluminio	100 RPM	1 rept.	50,20	77,64	25,70	76,81
		2 rept.	67,10	77,37	35,90	75,33
		3 rept.	81,20	76,60	49,70	74,21
	150 RPM	1 rept.	47,94	78,65	23,05	79,20
		2 rept.	64,30	78,31	30,90	78,76
		3 rept.	77,00	77,81	42,72	77,83
	300 RPM	1 rept.	60,90	72,87	30,00	72,92
		2 rept.	83,30	71,91	42,50	70,79
		3 rept.	100,80	70,95	60,10	68,81
Goma de tara + Sulfato de aluminio	100 RPM	1 rept.	48,30	78,49	24,60	77,80
		2 rept.	65,30	77,98	33,40	77,04
		3 rept.	79,10	77,20	45,20	76,54
	150 RPM	1 rept.	47,90	78,66	23,00	79,24
		2 rept.	64,10	78,38	30,70	78,90
		3 rept.	76,80	77,87	42,60	77,89
	300 RPM	1 rept.	55,30	75,37	28,40	74,37
		2 rept.	75,60	74,50	38,60	73,47
		3 rept.	90,70	73,86	52,30	72,86

Fuente: Elaboración propia

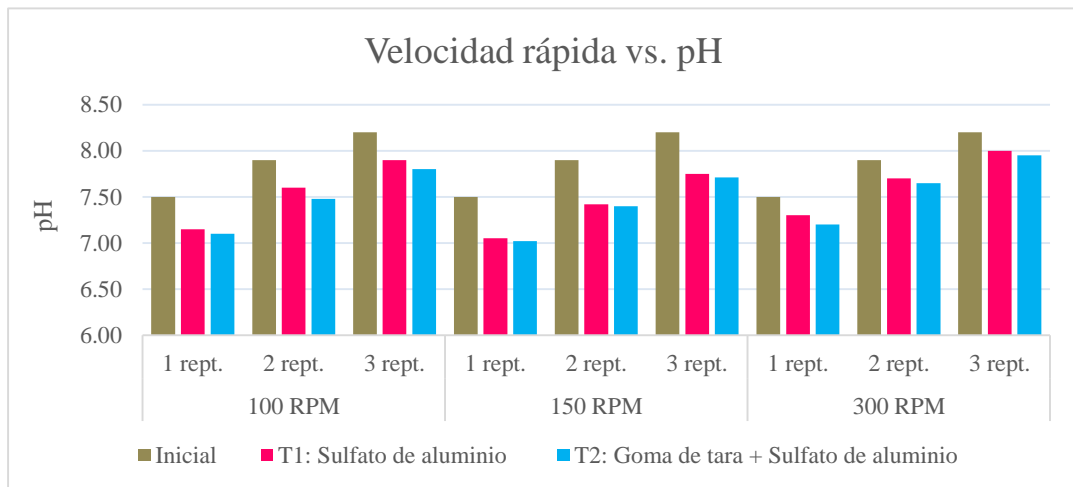
En la **Figura 19** se observa que para T1 los valores promedio de la turbiedad final 2.35 y 5.50 NTU en una velocidad de agitación rápida de 150 rpm, la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad rápida óptima de 150 rpm registró valores promedios de turbiedad 2.30 y 5.40 NTU.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Velocidad rápida vs. Turbiedad

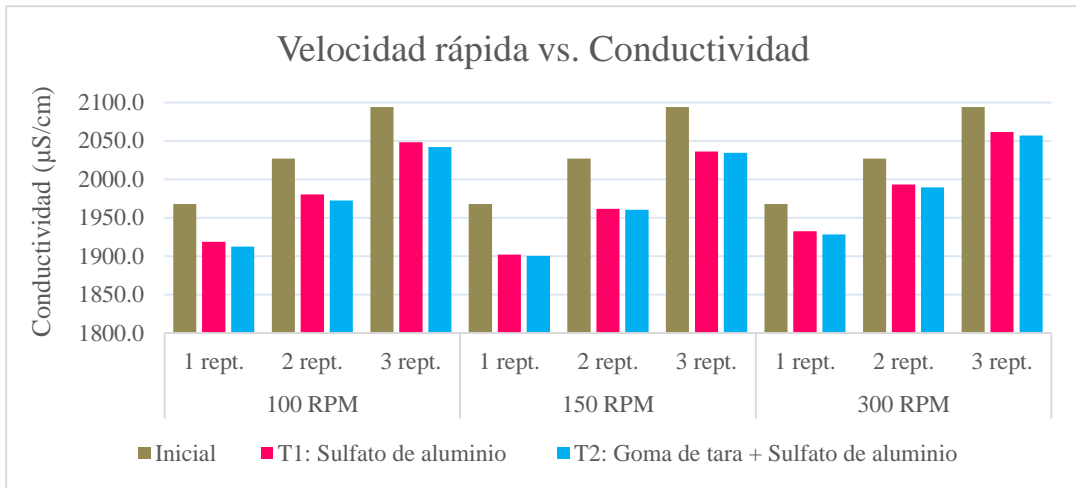
En la **Figura 20** se observa que para T1 los valores promedio de pH están entre 7.05 y 7.75 pH, en una velocidad de agitación rápida de 150 rpm la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad rápida óptima de 150 rpm registró valores promedios de 7.02 y 7.71 pH.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Velocidad rápida vs. pH

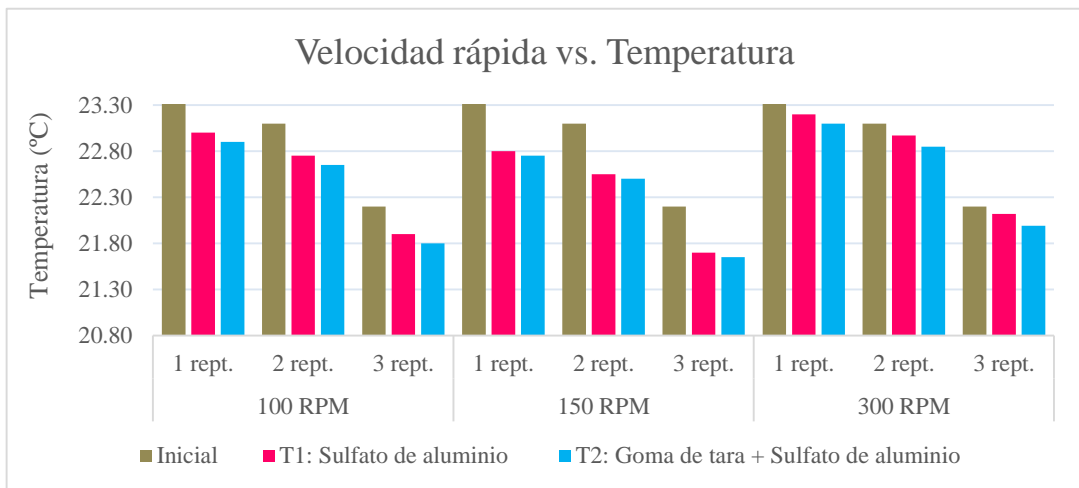
En la **Figura 21** se observa que para T1 los valores promedio de conductividad están entre 1901.8 y 2036.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en una velocidad de agitación rápida de 150 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad rápida óptima de 150 rpm registró valores promedios de conductividad entre 1900.10 y 2034.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



· Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Velocidad rápida vs. Conductividad

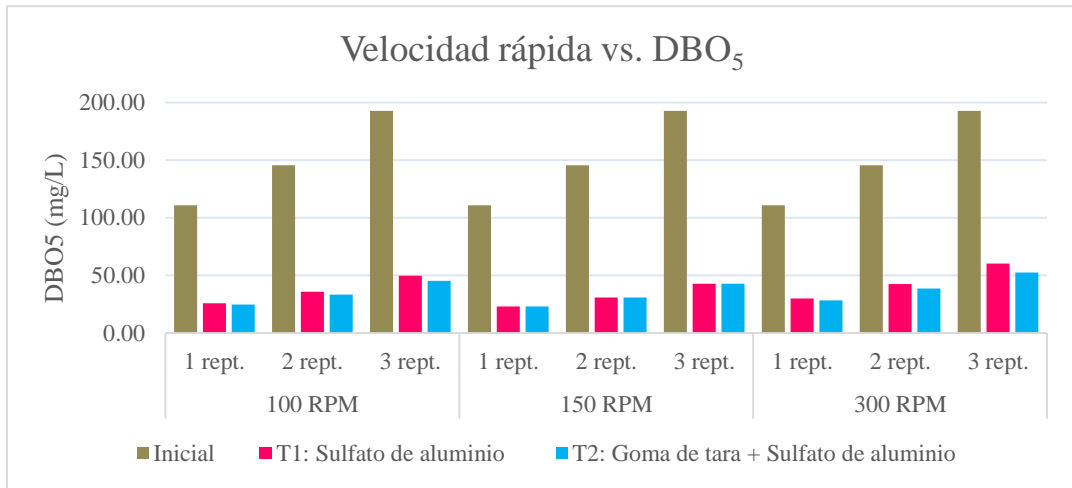
En la **Figura 22** se observa que para T1 los valores promedio de la temperatura está entre 22.8 y 21.7 °C, en una velocidad de agitación rápida de 150 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad rápida óptima de 150 rpm registró valores promedios de temperatura entre 23.4 y 21.65 °C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Velocidad rápida vs. Temperatura

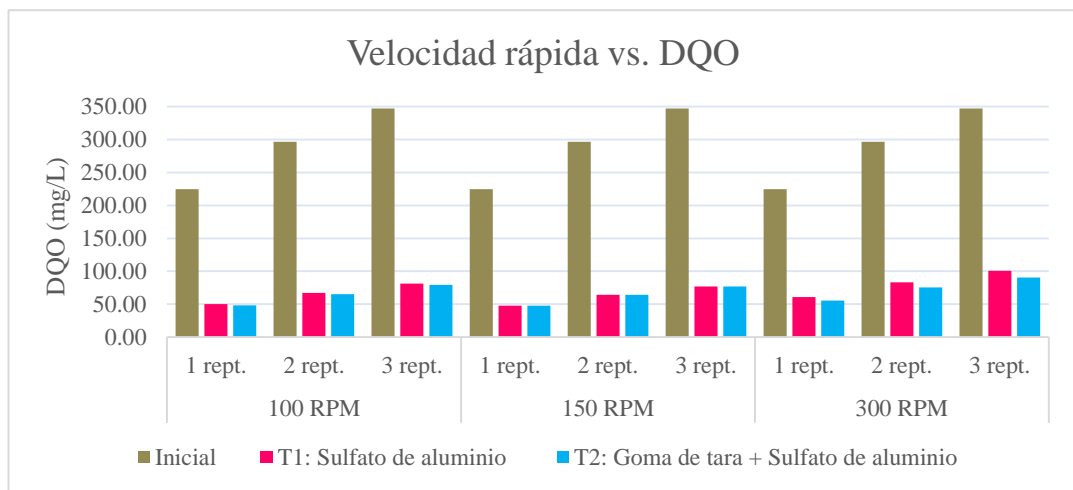
En la **Figura 23** se observa que para T1 los valores promedio de DBO₅ están entre 23.05 y 42.72 mg/L, a una velocidad rápida de 150 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 registró valores promedios de DBO₅ entre 23.00 y 42.60 mg/L a una misma velocidad óptima que el T1.



· Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Velocidad rápida vs. DBO₅

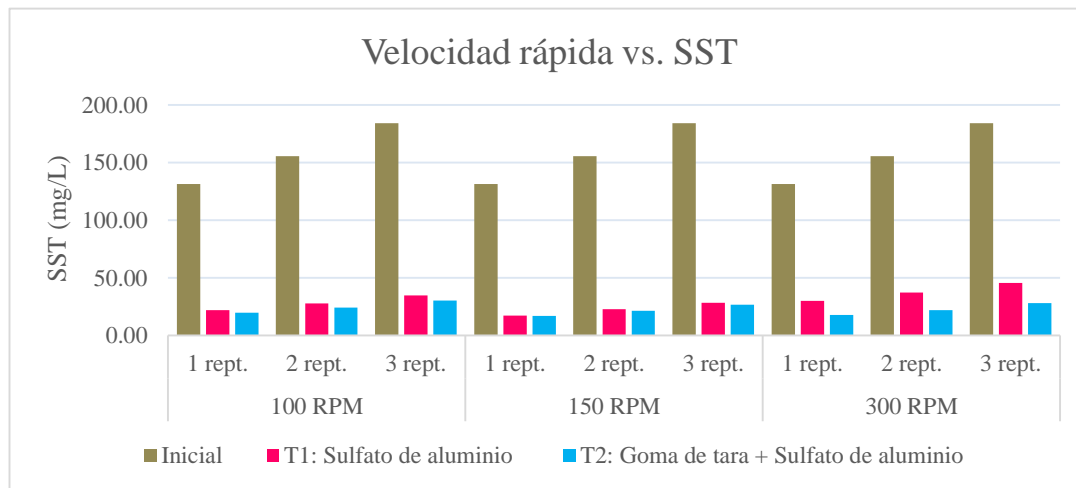
En la **Figura 24** se observa que para T1 los valores promedio de DQO están entre 47.94 y 77.00 mg/L, a una velocidad rápida de 150 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 registró valores promedio de DQO entre 47.90 y 76.80 mg/L a una misma velocidad óptima que el T1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Velocidad rápida vs. DQO

En la **Figura 25** se observa que para T1 los valores promedio de SST están entre 17.30 y 28.40 mg/L, a una velocidad rápida de 150 rpm la cual fue óptima. En cambio, T2 registró valores promedios de SST entre 17.10 y 26.70 mg/L a una misma velocidad óptima que el T1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Velocidad rápida vs. SST

Resultados a diferentes velocidades lentas

A partir del tratamiento del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio y de la aplicación del sulfato de aluminio individualmente a diferentes velocidades lentas se obtuvo los resultados fisicoquímicos representados en la **Tabla 14 y 15**.

Tabla 14. Resultados de los parámetros físicos del río Huaycoloro de la velocidades lentas

Parámetros físico de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento									
Tratamiento	Velocidad lenta	pH	Conductividad (μS/cm)	T (°C)	Turbiedad (NTU)	% Remoción de turbiedad	SST (mg/L)	% Remoción de SST	
Sulfato de aluminio	20 RPM	1 rept.	7,40	1926,10	22,90	4,00	97,717	27,30	79,224
		2 rept.	7,89	2013,80	22,92	6,80	97,362	34,40	77,892
		3 rept.	8,30	2078,67	22,30	10,10	97,226	43,80	76,234
	30 RPM	1 rept.	7,18	1914,40	22,73	2,90	98,345	20,00	84,779
		2 rept.	7,68	1988,30	22,74	5,10	98,022	25,60	83,548
		3 rept.	8,10	2042,33	22,16	7,60	97,913	31,70	82,800
45 RPM	1 rept.	7,00	1911,30	22,65	2,35	98,659	18,40	85,997	
	2 rept.	7,51	1984,10	22,70	3,59	98,607	22,21	85,726	

Goma de tara + Sulfato de aluminio	20 RPM	3 rept.	7,90	2038,20	22,10	5,12	98,594	29,10	84,211
		1 rept.	7,30	1923,60	22,87	3,40	98,059	25,80	80,365
		2 rept.	7,80	2000,30	22,81	5,90	97,711	32,40	79,177
	30 RPM	3 rept.	8,21	2056,20	22,20	9,70	97,336	39,50	78,568
		1 rept.	7,21	1919,70	22,80	3,15	98,202	23,40	82,192
		2 rept.	7,76	1990,40	22,76	5,30	97,944	28,10	81,941
	45 RPM	3 rept.	8,19	2049,80	22,22	8,70	97,611	35,10	80,955
		1 rept.	7,00	1910,50	22,60	2,30	98,687	17,90	86,377
		2 rept.	7,48	1983,70	22,65	3,55	98,623	22,00	85,861
		3 rept.	7,84	2037,40	22,00	5,10	98,599	28,30	84,645

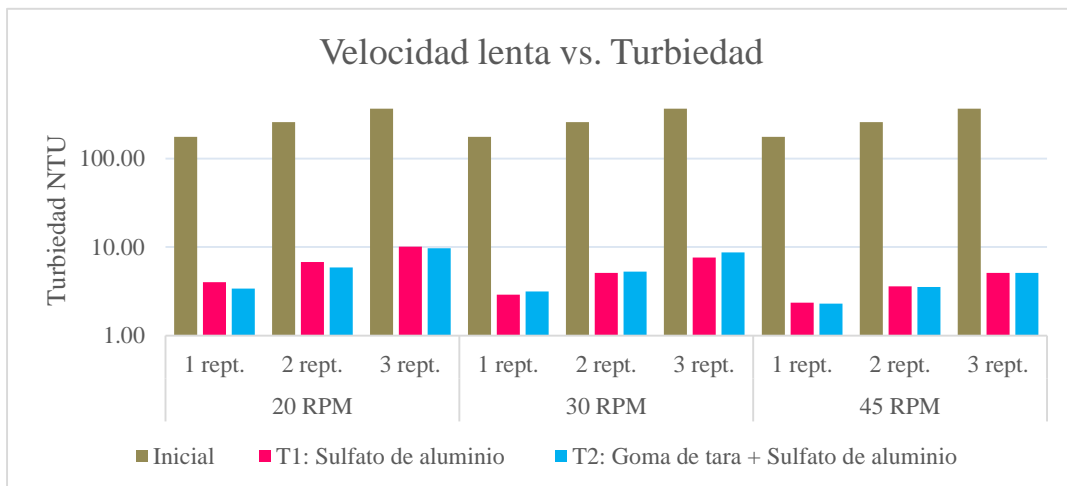
Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultados de los parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro de las velocidades lentas

Parámetros químicos de las aguas del río Huaycoloro después del tratamiento						
Tratamiento	Velocidad lenta		DQO	% Remoción de DQO	DBO ₅	% Remoción de DBO ₅
Sulfato de aluminio	20 RPM	1 rept.	67,70	69,84	30,70	72,29
		2 rept.	92,60	68,77	41,40	71,55
		3 rept.	112,40	67,61	58,40	69,69
	30 RPM	1 rept.	50,10	77,68	24,80	77,62
		2 rept.	69,40	76,59	33,70	76,84
		3 rept.	83,70	75,88	46,90	75,66
	45 RPM	1 rept.	49,30	78,04	21,30	80,78
		2 rept.	66,90	77,44	29,10	80,00
		3 rept.	80,20	76,89	40,20	79,14
Goma de tara + Sulfato de aluminio	20 RPM	1 rept.	60,20	73,18	28,70	74,10
		2 rept.	82,10	72,31	39,40	72,92
		3 rept.	98,10	71,73	55,60	71,15
	30 RPM	1 rept.	54,00	75,95	25,30	77,17
		2 rept.	74,50	74,87	35,40	75,67
		3 rept.	88,20	74,58	50,10	74,00
	45 RPM	1 rept.	48,70	78,31	20,90	81,14
		2 rept.	65,80	77,81	28,50	80,41
		3 rept.	79,90	76,97	40,10	79,19

Fuente: Elaboración propia

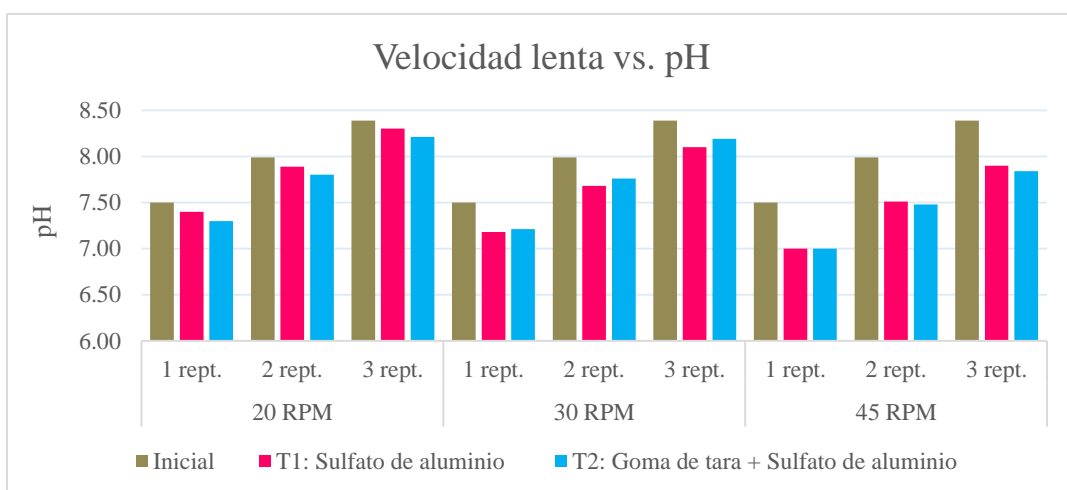
En la **Figura 26** se observa que para T1 los valores promedio de la turbiedad final 2.35 y 5.12 NTU en una velocidad de agitación lenta de 45 rpm, la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad lenta óptima de 45 rpm registró valores promedios de turbiedad 2.30 y 5.10 NTU.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Velocidad lenta vs. Turbiedad

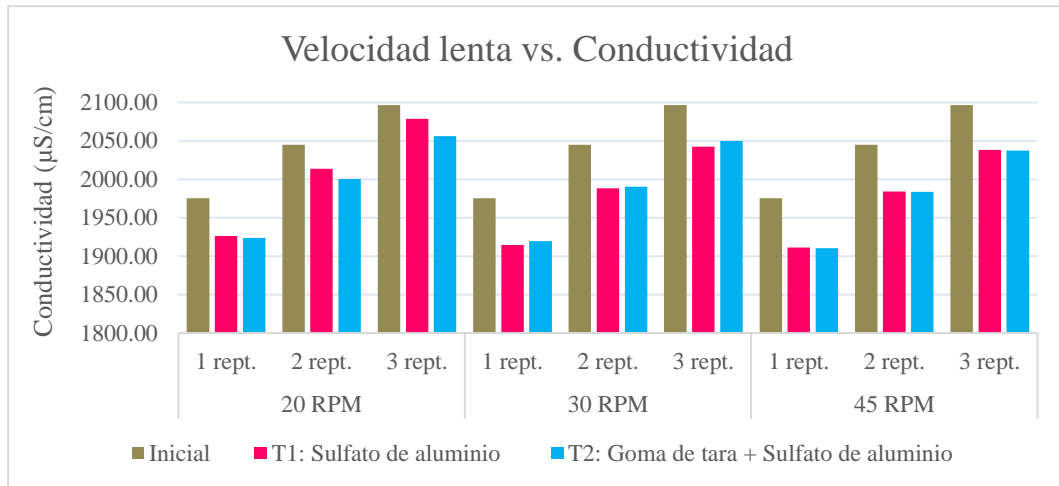
En la **Figura 27** se observa que para T1 los valores promedio de pH están entre 7.00 y 7.90 pH, en una velocidad de agitación lenta de 45 rpm la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad lenta óptima de 45 rpm registró valores promedios de 7.00 y 7.84 pH.



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Velocidad lenta vs. pH

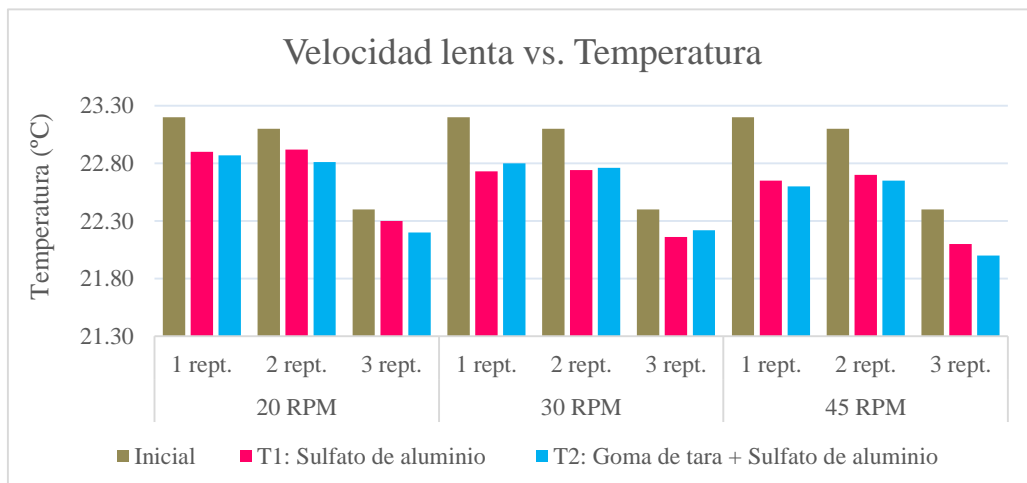
En la **Figura 28** se observa que para T1 los valores promedio de conductividad están entre 1911.30 y 2038.20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en una velocidad de agitación lenta de 45 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad lenta óptima de 45 rpm registró valores promedios de conductividad entre 1910.50 y 2037.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Velocidad lenta vs. Conductividad

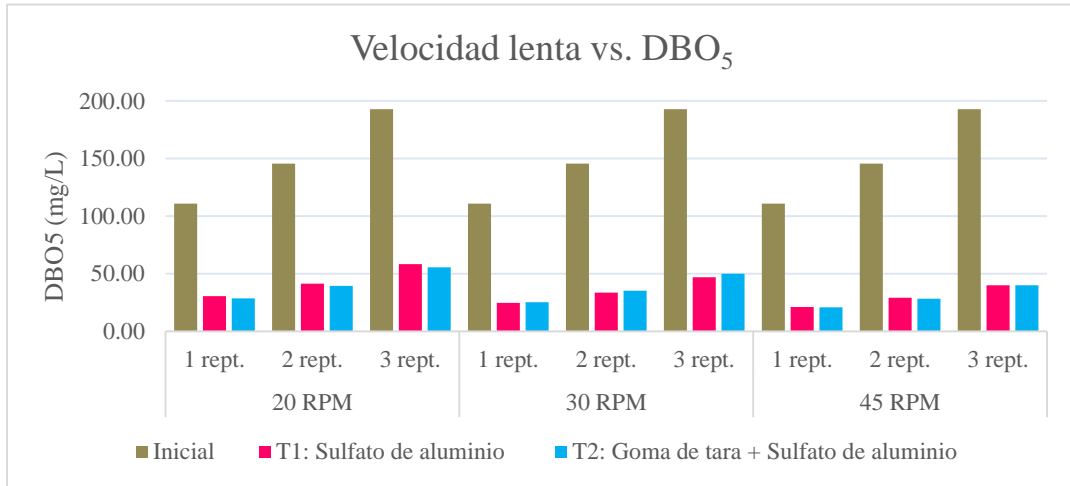
En la **Figura 29** se observa que para T1 los valores promedio de la temperatura está entre 22.65 y 22.1 $^{\circ}\text{C}$, en una velocidad de agitación lenta de 45 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 con una velocidad lenta óptima de 45 rpm registró valores promedios de temperatura entre 22.60 y 22.00 $^{\circ}\text{C}$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Velocidad lenta vs. Temperatura

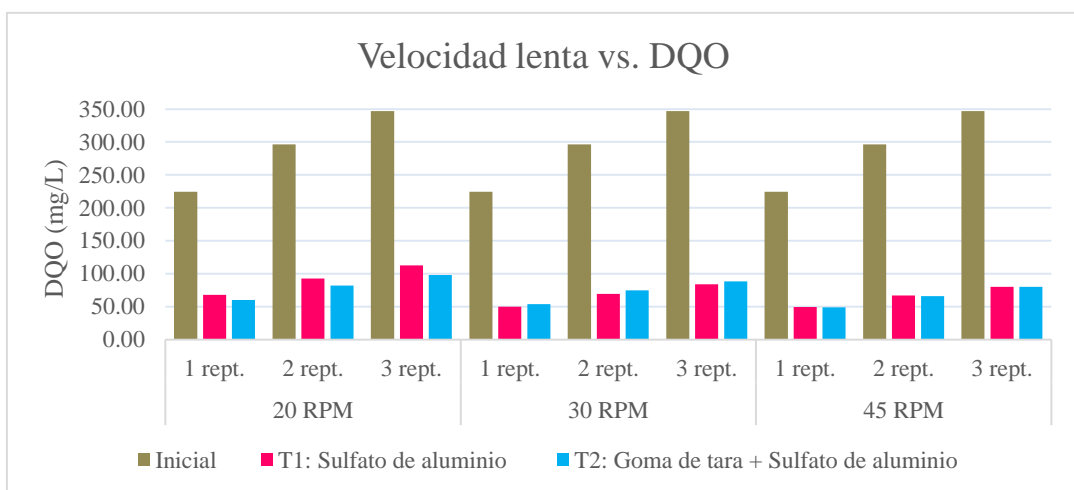
En la **Figura 30** se observa que para T1 los valores promedio de DBO₅ están entre 21.30 y 40.20 mg/L, a una velocidad lenta 45 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 registró valores promedios de DBO₅ entre 20.90 y 40.10 mg/L a una misma velocidad lenta optima que el T1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Velocidad lenta vs. DBO₅

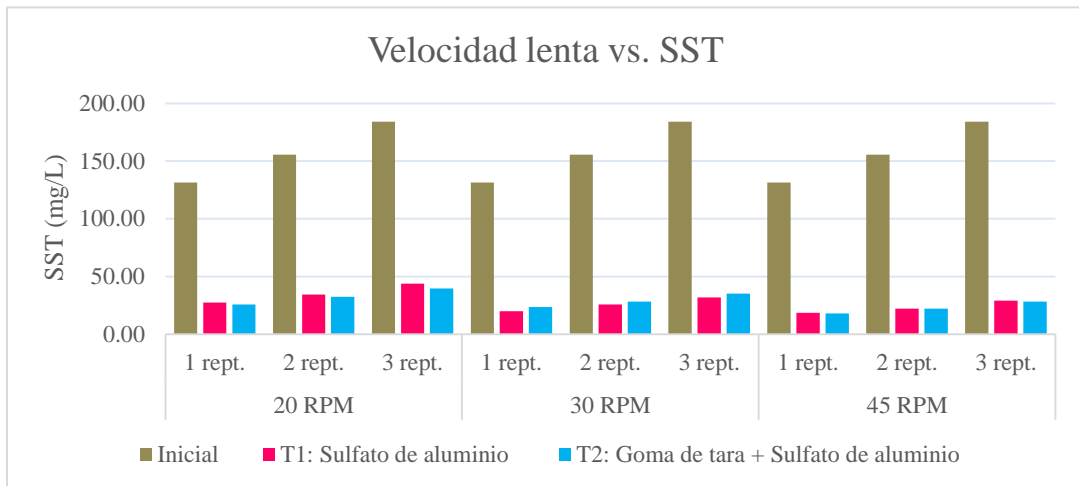
En la **Figura 31** se observa que para T1 los valores promedio de DQO están entre 49.30 y 80.20 mg/L, a una velocidad lenta de 45 rpm; la cual fue óptima. En cambio, T2 registró valores promedios de DQO entre 48.70 y 79.90 mg/L a una misma velocidad lenta optima que el T1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Velocidad lenta vs. DQO

En la **Figura 32** se observa que para T1 los valores promedio de SST están entre 18.40 y 29.10 mg/L, a una velocidad lenta de 45 RPM la cual fue óptima. En cambio, T2 registró valores promedio de SST entre 17.90 y 28.30 mg/L a una misma velocidad lenta óptima que el T1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Velocidad lenta vs. SST

Procesamiento de los datos en el programa IBM SPSS V.23

Análisis inferencial

Para este tipo de investigación que compara dos tratamientos con factores inter-sujetos, se empleará la prueba estadística ANOVA factorial. Pero para ello se necesita conocer si los datos de la muestra cumplen con la normalidad.

Prueba de normalidad

La intención de la prueba de normalidad es para identificar la distribución y comportamiento de los datos obtenidos de la muestra. Es decir, si los resultados obtenidos tienen un comportamiento de distribución normal correspondiente a los supuestos paramétricos. Es necesario precisar que se utiliza el método de Shapiro Wilk por que la muestra es pequeña. Para la prueba de normalidad debe cumplir con los siguientes criterios:

P-valor $\geq \alpha$ ($\alpha=0.05$) Acepta H0

H0: El conjunto de datos sigue una distribución normal

P-valor $< \alpha$ ($\alpha=0.05$) Acepta H1

H1: El conjunto de datos no sigue una distribución normal

Normalidad para las diferentes concentraciones

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes concentraciones sigue una distribución normal.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes concentraciones no sigue una distribución normal.

Tabla 16. Normalidad para diferentes concentraciones

Tratamiento	Concentración	Shapiro-Wilk			Normalidad	
		Estadístico	gl	Sig.	Valor α	Hipótesis aceptada

Sulfato de aluminio	Turbiedad	0.5%	1,000	3	,969	>	0.05	H0
		1.0%	,999	3	,955	>	0.05	H0
		1.5%	1,000	3	,982	>	0.05	H0
	pH	0.5%	,997	3	,892	>	0.05	H0
		1.0%	,998	3	,915	>	0.05	H0
		1.5%	,998	3	,915	>	0.05	H0
	Conductividad	0.5%	,943	3	,539	>	0.05	H0
		1.0%	,966	3	,646	>	0.05	H0
		1.5%	,948	3	,560	>	0.05	H0
	DQO	0.5%	,990	3	,811	>	0.05	H0
		1.0%	,990	3	,813	>	0.05	H0
		1.5%	,984	3	,757	>	0.05	H0
	DBO ₅	0.5%	1,000	3	,964	>	0.05	H0
		1.0%	,999	3	,937	>	0.05	H0
		1.5%	1,000	3	,990	>	0.05	H0
SST	0.5%	1,000	3	,976	>	0.05	H0	
	1.0%	1,000	3	1,000	>	0.05	H0	
	1.5%	,996	3	,885	>	0.05	H0	
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1.0%	Turbiedad	0.5%	1,000	3	,986	>	0.05	H0
		1.0%	1,000	3	,976	>	0.05	H0
		1.5%	1,000	3	,974	>	0.05	H0
	pH	0.5%	,998	3	,912	>	0.05	H0
		1.0%	,997	3	,896	>	0.05	H0
		1.5%	,999	3	,935	>	0.05	H0
	Conductividad	0.5%	,982	3	,744	>	0.05	H0
		1.0%	,965	3	,641	>	0.05	H0
		1.5%	,976	3	,701	>	0.05	H0
	DQO	0.5%	,991	3	,817	>	0.05	H0
		1.0%	,991	3	,814	>	0.05	H0
		1.5%	,991	3	,815	>	0.05	H0
	DBO ₅	0.5%	,999	3	,951	>	0.05	H0
		1.0%	1,000	3	,964	>	0.05	H0
		1.5%	,998	3	,910	>	0.05	H0
SST	0.5%	,997	3	,893	>	0.05	H0	
	1.0%	1,000	3	,987	>	0.05	H0	
	1.5%	,997	3	,900	>	0.05	H0	

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes concentraciones sigue una distribución normal.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos si cumplen con la normalidad. Es por ello, que cumple con el supuesto para la aplicación del ANOVA factorial.

Normalidad para las diferentes velocidades rápidas

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas sigue una distribución normal.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas no sigue una distribución normal.

Tabla 17. Normalidad para velocidad rápida

Tratamiento	Velocidad Rápida	Shapiro-Wilk			Normalidad			
		Estadístico	gl	Sig.	Valor α	Hipótesis aceptada		
Sulfato de aluminio	Turbiedad	100 RPM	,995	3	,869	>	0.05	H0
		150 RPM	,999	3	,948	>	0.05	H0
		300 RPM	,992	3	,829	>	0.05	H0
	pH	100 RPM	,987	3	,780	>	0.05	H0
		150 RPM	,999	3	,937	>	0.05	H0
		300 RPM	,993	3	,843	>	0.05	H0
	Conductividad	100 RPM	,999	3	,944	>	0.05	H0
		150 RPM	,996	3	,876	>	0.05	H0
		300 RPM	,999	3	,934	>	0.05	H0
	DQO	100 RPM	,997	3	,900	>	0.05	H0
		150 RPM	,995	3	,861	>	0.05	H0
		300 RPM	,995	3	,865	>	0.05	H0
	DBO ₅	100 RPM	,993	3	,835	>	0.05	H0
		150 RPM	,987	3	,778	>	0.05	H0
		300 RPM	,991	3	,814	>	0.05	H0
SST	100 RPM	,996	3	,880	>	0.05	H0	
	150 RPM	1,000	3	,970	>	0.05	H0	
	300 RPM	,999	3	,929	>	0.05	H0	

Goma de tara + Sulfato de aluminio	Turbiedad	100 RPM	,996	3	,880	>	0.05	H0
		150 RPM	,997	3	,893	>	0.05	H0
		300 RPM	,995	3	,859	>	0.05	H0
	pH	100 RPM	,998	3	,906	>	0.05	H0
		150 RPM	,997	3	,888	>	0.05	H0
		300 RPM	,987	3	,780	>	0.05	H0
	Conductividad	100 RPM	,998	3	,919	>	0.05	H0
		150 RPM	,997	3	,888	>	0.05	H0
		300 RPM	,999	3	,947	>	0.05	H0
	DQO	100 RPM	,996	3	,886	>	0.05	H0
		150 RPM	,995	3	,867	>	0.05	H0
		300 RPM	,993	3	,838	>	0.05	H0
	DBO ₅	100 RPM	,993	3	,840	>	0.05	H0
		150 RPM	,985	3	,765	>	0.05	H0
		300 RPM	,993	3	,839	>	0.05	H0
	SST	100 RPM	,992	3	,834	>	0.05	H0
		150 RPM	,999	3	,931	>	0.05	H0
		300 RPM	1,000	3	,979	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas sigue una distribución normal.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos si cumplen con la normalidad. Es por ello, que cumple con el supuesto para la aplicación del ANOVA factorial.

Normalidad para las diferentes velocidades lentas

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades lentas sigue una distribución normal.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades lentas no sigue una distribución normal.

Tabla 18. Normalidad para diferentes velocidades lentas

Tratamiento	Velocidad Lenta	Shapiro-Wilk			Normalidad	
		Estadístico	gl	Sig.	Valor α	Hipótesis aceptada

Sulfato de aluminio	Turbiedad	20 RPM	,998	3	,910	>	0.05	H0
		30 RPM	,999	3	,930	>	0.05	H0
		45 RPM	,996	3	,885	>	0.05	H0
	pH	20 RPM	,997	3	,902	>	0.05	H0
		30 RPM	,997	3	,904	>	0.05	H0
		45 RPM	,994	3	,853	>	0.05	H0
	Conductividad	20 RPM	,993	3	,835	>	0.05	H0
		30 RPM	,992	3	,829	>	0.05	H0
		45 RPM	,993	3	,838	>	0.05	H0
	DQO	20 RPM	,996	3	,874	>	0.05	H0
		30 RPM	,993	3	,836	>	0.05	H0
		45 RPM	,994	3	,847	>	0.05	H0
	DBO ₅	20 RPM	,983	3	,751	>	0.05	H0
		30 RPM	,988	3	,786	>	0.05	H0
		45 RPM	,990	3	,808	>	0.05	H0
SST	20 RPM	,994	3	,847	>	0.05	H0	
	30 RPM	,999	3	,953	>	0.05	H0	
	45 RPM	,973	3	,685	>	0.05	H0	
Goma de tara + Sulfato de aluminio	Turbiedad	20 RPM	,986	3	,774	>	0.05	H0
		30 RPM	,983	3	,753	>	0.05	H0
		45 RPM	,996	3	,882	>	0.05	H0
	pH	20 RPM	,997	3	,891	>	0.05	H0
		30 RPM	,995	3	,865	>	0.05	H0
		45 RPM	,993	3	,843	>	0.05	H0
	Conductividad	20 RPM	,992	3	,828	>	0.05	H0
		30 RPM	,997	3	,904	>	0.05	H0
		45 RPM	,992	3	,831	>	0.05	H0
	DQO	20 RPM	,992	3	,829	>	0.05	H0
		30 RPM	,987	3	,782	>	0.05	H0
		45 RPM	,997	3	,894	>	0.05	H0
	DBO ₅	20 RPM	,986	3	,776	>	0.05	H0
		30 RPM	,989	3	,796	>	0.05	H0
		45 RPM	,986	3	,771	>	0.05	H0
SST	20 RPM	1,000	3	,960	>	0.05	H0	
	30 RPM	,987	3	,784	>	0.05	H0	
	45 RPM	,985	3	,768	>	0.05	H0	

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades lentas sigue una distribución normal.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos si cumplen con la normalidad. Es por ello, que cumple con el supuesto para la aplicación del ANOVA factorial

Prueba de Homogeneidad de varianzas

Para la prueba de homogeneidad de varianza debe cumplir con los siguientes criterios:

P-valor $\geq \alpha$ ($\alpha=0.05$) Acepta H0

H0: El conjunto de datos tienen iguales varianzas entre grupos.

P-valor $< \alpha$ ($\alpha=0.05$) Acepta H1

H1: El conjunto de datos al menos una varianza difiere.

Homogeneidad para las diferentes concentraciones

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes concentraciones tienen iguales varianzas entre grupos.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes concentraciones al menos una varianza difiere.

Tabla 19. Homogeneidad para diferentes concentraciones

Prueba de igualdad de Levene de varianzas						Valor α	Hipótesis aceptada
	F	df1	df2	Sig.			
Turbiedad	,026	5	12	1,000	>	0.05	H0
pH	,002	5	12	1,000	>	0.05	H0
Conductividad	,012	5	12	1,000	>	0.05	H0
DQO	,006	5	12	1,000	>	0.05	H0
DBO ₅	,004	5	12	1,000	>	0.05	H0
SST	,014	5	12	1,000	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes concentraciones tienen iguales varianzas entre grupos.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos si cumplen con la igualdad de varianzas.

Homogeneidad para las diferentes velocidades rápidas

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas tienen iguales varianzas entre grupos.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas al menos una varianza difiere.

Tabla 20. Homogeneidad para diferentes velocidades rápidas

Prueba de igualdad de Levene de varianzas						Valor α	Hipótesis aceptada
	F	df1	df2	Sig.			
Turbiedad	,261	5	12	,926	>	0.05	H0
pH	,016	5	12	1,000	>	0.05	H0
Conductividad	,004	5	12	1,000	>	0.05	H0
DQO	,092	5	12	,992	>	0.05	H0
DBO ₅	,161	5	12	,972	>	0.05	H0
SST	,173	5	12	,968	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas tienen iguales varianzas entre grupos.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos si cumplen con la igualdad de varianzas.

Homogeneidad para las diferentes velocidades lentas

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas tienen iguales varianzas entre grupos.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades rápidas al menos una varianza difiere.

Tabla 21. Homogeneidad para velocidades lentas

Prueba de igualdad de Levene de varianzas						Valor α	Hipótesis aceptada
	F	df1	df2	Sig.			
Turbiedad	,581	5	12	,715	>	0.05	H0

pH	,011	5	12	1,000	>	0.05	H0
Conductividad	,031	5	12	,999	>	0.05	H0
DQO	,109	5	12	,988	>	0.05	H0
DBO ₅	,162	5	12	,972	>	0.05	H0
SST	,154	5	12	,975	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos a diferentes velocidades lentas tienen iguales varianzas entre grupos.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos si cumplen con la igualdad de varianzas

Prueba de inter-sujetos del ANOVA factorial

Para la prueba de ANOVA factorial de inter-sujetos debe cumplir con los siguientes criterios:

P-valor $\geq \alpha$ ($\alpha=0.05$) Acepta H0

H0: El conjunto de datos no hay diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

P-valor $< \alpha$ ($\alpha=0.05$) Acepta H1

H1: El conjunto de datos hay diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

ANOVA factorial para las diferentes concentraciones

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes concentraciones no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes concentraciones hay diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Tabla 22. Prueba inter-sujetos de las concentraciones

Pruebas de efectos inter-sujetos									
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.		Valor α	Hipótesis aceptada
Tratamiento * Concentración	Turbiedad	,410	2	,205	,111	,896	>	0.05	H0
	pH	,044	2	,022	,331	,724	>	0.05	H0
	Conductividad	268,590	2	134,295	,062	,940	>	0.05	H0
	DQO	5,898	2	2,949	,017	,983	>	0.05	H0
	DBO ₅	19,354	2	9,677	,085	,919	>	0.05	H0
	SST	22,063	2	11,032	,557	,587	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes concentraciones no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos no hay diferencias significativa entre los tratamientos, por lo que se demuestra que el tratamiento a base de goma de tara + sulfato de aluminio (1.0%) es de igual eficiente que el tratamiento con sulfato de aluminio.

Comparación múltiple con la prueba Tukey

Se utiliza para comparar las medias de las concentraciones de cada tratamiento.

Tabla 23. Prueba Tukey de las concentraciones

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	Tratamiento	(I) Concentración	(J) Concentración	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Turbiedad	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 0.5%	1.0%	.2100	1,000	-3.5186	3.9386
			1.5%	-.2933	1,000	-4.0219	3.4352
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	.4333	,999	-3.2952	4.1619
			1.0%	.0933	1,000	-3.6352	3.8219
			1.5%	.2933	1,000	-3.4352	4.0219

	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.0%	0.5%	-.2100	1,000	-3.9386	3.5186
			1.5%	-.5033	,997	-4.2319	3.2252
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.0%	0.5%	.2233	1,000	-3.5052	3.9519
			1.0%	-.1167	1,000	-3.8452	3.6119
		T1 al 1.0%	1.5%	.0833	1,000	-3.6452	3.8119
			0.5%	.2933	1,000	-3.4352	4.0219
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.5%	1.0%	.5033	,997	-3.2252	4.2319
			0.5%	.7267	,984	-3.0019	4.4552
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.5%	1.0%	.3867	,999	-3.3419	4.1152
			1.5%	.5867	,994	-3.1419	4.3152
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 0.5%	0.5%	-.4333	,999	-4.1619	3.2952
			1.0%	-.2233	1,000	-3.9519	3.5052
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 0.5%	1.5%	-.7267	,984	-4.4552	3.0019
			1.0%	-.3400	1,000	-4.0686	3.3886
		T2 al 0.5%	1.5%	-.1400	1,000	-3.8686	3.5886
			0.5%	-.0933	1,000	-3.8219	3.6352
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.0%	1.0%	.1167	1,000	-3.6119	3.8452
			1.5%	-.3867	,999	-4.1152	3.3419
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.0%	0.5%	.3400	1,000	-3.3886	4.0686
			1.5%	.2000	1,000	-3.5286	3.9286
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.5%	0.5%	-.2933	1,000	-4.0219	3.4352
			1.0%	-.0833	1,000	-3.8119	3.6452
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.5%	1.5%	-.5867	,994	-4.3152	3.1419
			0.5%	.1400	1,000	-3.5886	3.8686
	T2 al 1.5%	1.0%	-.2000	1,000	-3.9286	3.5286	
		1.0%	.0967	,997	-.6105	.8038	
pH	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 0.5%	1.5%	-.0733	,999	-.7805	.6338
			0.5%	.1267	,989	-.5805	.8338
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 0.5%	1.0%	.0500	1,000	-.6571	.7571
			1.5%	.1133	,993	-.5938	.8205
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.0%	0.5%	-.0967	,997	-.8038	.6105
			1.5%	-.1700	,961	-.8771	.5371
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.0%	0.5%	.0300	1,000	-.6771	.7371
			1.0%	-.0467	1,000	-.7538	.6605
		T1 al 1.0%	1.5%	.0167	1,000	-.6905	.7238
			0.5%	.0733	,999	-.6338	.7805
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.5%	1.0%	.1700	,961	-.5371	.8771
			0.5%	.2000	,925	-.5071	.9071
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.5%	1.0%	.1233	,990	-.5838	.8305
			1.5%	.1867	,943	-.5205	.8938

	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 0.5%	0.5%	-.1267	,989	-.8338	.5805	
			1.0%	-.0300	1,000	-.7371	.6771	
			1.5%	-.2000	,925	-.9071	.5071	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 0.5%	1.0%	-.0767	,999	-.7838	.6305	
			1.5%	-.0133	1,000	-.7205	.6938	
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.0%	0.5%	-.0500	1,000	-.7571	.6571	
			1.0%	.0467	1,000	-.6605	.7538	
			1.5%	-.1233	,990	-.8305	.5838	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.0%	0.5%	.0767	,999	-.6305	.7838	
			1.5%	.0633	1,000	-.6438	.7705	
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.5%	0.5%	-.1133	,993	-.8205	.5938	
			1.0%	-.0167	1,000	-.7238	.6905	
			1.5%	-.1867	,943	-.8938	.5205	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.5%	0.5%	.0133	1,000	-.6938	.7205	
			1.0%	-.0633	1,000	-.7705	.6438	
	Conductividad	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 0.5%	1.0%	6.9000	1,000	-120.5912	134.3912
				1.5%	-3.1667	1,000	-130.6578	124.3245
		Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 0.5%	0.5%	12.7000	,999	-114.7912	140.1912
1.0%				3.9000	1,000	-123.5912	131.3912	
		T1 al 0.5%	1.5%	10.8333	1,000	-116.6578	138.3245	
			0.5%	-6.9000	1,000	-134.3912	120.5912	
Sulfato de aluminio (T1)		T1 al 1.0%	1.5%	-10.0667	1,000	-137.5578	117.4245	
			0.5%	5.8000	1,000	-121.6912	133.2912	
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		T1 al 1.0%	1.0%	-3.0000	1,000	-130.4912	124.4912	
			1.5%	3.9333	1,000	-123.5578	131.4245	
Sulfato de aluminio (T1)		T1 al 1.5%	0.5%	3.1667	1,000	-124.3245	130.6578	
			1.0%	10.0667	1,000	-117.4245	137.5578	
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		T1 al 1.5%	0.5%	15.8667	,998	-111.6245	143.3578	
			1.0%	7.0667	1,000	-120.4245	134.5578	
		T1 al 1.5%	1.5%	14.0000	,999	-113.4912	141.4912	
			0.5%	-12.7000	,999	-140.1912	114.7912	
Sulfato de aluminio (T1)		T2 al 0.5%	1.0%	-5.8000	1,000	-133.2912	121.6912	
			1.5%	-15.8667	,998	-143.3578	111.6245	
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 0.5%	1.0%	-8.8000	1,000	-136.2912	118.6912		
		1.5%	-1.8667	1,000	-129.3578	125.6245		
Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.0%	0.5%	-3.9000	1,000	-131.3912	123.5912		
		1.0%	3.0000	1,000	-124.4912	130.4912		
		1.5%	-7.0667	1,000	-134.5578	120.4245		
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.0%	0.5%	8.8000	1,000	-118.6912	136.2912		
		1.5%	6.9333	1,000	-120.5578	134.4245		

	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.5%	0.5%	-10.8333	1,000	-138.3245	116.6578
			1.0%	-3.9333	1,000	-131.4245	123.5578
			1.5%	-14.0000	,999	-141.4912	113.4912
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	1.8667	1,000	-125.6245	129.3578
			1.0%	-6.9333	1,000	-134.4245	120.5578
DQO	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 0.5%	1.0%	1.0533	1,000	-34.6997	36.8064
			1.5%	-.9300	1,000	-36.6830	34.8230
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	1.6867	1,000	-34.0664	37.4397
			1.0%	.4933	1,000	-35.2597	36.2464
			1.5%	1.0867	1,000	-34.6664	36.8397
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.0%	0.5%	-1.0533	1,000	-36.8064	34.6997
			1.5%	-1.9833	1,000	-37.7364	33.7697
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	.6333	1,000	-35.1197	36.3864
			1.0%	-.5600	1,000	-36.3130	35.1930
			1.5%	.0333	1,000	-35.7197	35.7864
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.5%	0.5%	.9300	1,000	-34.8230	36.6830
			1.0%	1.9833	1,000	-33.7697	37.7364
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	2.6167	1,000	-33.1364	38.3697
			1.0%	1.4233	1,000	-34.3297	37.1764
			1.5%	2.0167	1,000	-33.7364	37.7697
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 0.5%	0.5%	-1.6867	1,000	-37.4397	34.0664
			1.0%	-.6333	1,000	-36.3864	35.1197
			1.5%	-2.6167	1,000	-38.3697	33.1364
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		1.0%	-1.1933	1,000	-36.9464	34.5597
			1.5%	-.6000	1,000	-36.3530	35.1530
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.0%	0.5%	-.4933	1,000	-36.2464	35.2597
			1.0%	.5600	1,000	-35.1930	36.3130
			1.5%	-1.4233	1,000	-37.1764	34.3297
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	1.1933	1,000	-34.5597	36.9464
		1.5%	.5933	1,000	-35.1597	36.3464	
Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.5%	0.5%	-1.0867	1,000	-36.8397	34.6664	
		1.0%	-.0333	1,000	-35.7864	35.7197	
		1.5%	-2.0167	1,000	-37.7697	33.7364	
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	.6000	1,000	-35.1530	36.3530	
		1.0%	-.5933	1,000	-36.3464	35.1597	
DBO ₅	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 0.5%	1.0%	2.0333	1,000	-27.1542	31.2208
			1.5%	-1.2000	1,000	-30.3875	27.9875
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		0.5%	3.0333	,999	-26.1542	32.2208
			1.0%	.9000	1,000	-28.2875	30.0875
			1.5%	2.2667	1,000	-26.9208	31.4542

	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.0%	0.5%	-2.0333	1,000	-31.2208	27.1542
			1.5%	-3.2333	,999	-32.4208	25.9542
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.0%	0.5%	1.0000	1,000	-28.1875	30.1875
			1.0%	-1.1333	1,000	-30.3208	28.0542
			1.5%	.2333	1,000	-28.9542	29.4208
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.5%	0.5%	1.2000	1,000	-27.9875	30.3875
			1.0%	3.2333	,999	-25.9542	32.4208
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.5%	0.5%	4.2333	,996	-24.9542	33.4208
			1.0%	2.1000	1,000	-27.0875	31.2875
			1.5%	3.4667	,998	-25.7208	32.6542
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 0.5%	0.5%	-3.0333	,999	-32.2208	26.1542
			1.0%	-1.0000	1,000	-30.1875	28.1875
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 0.5%	1.5%	-4.2333	,996	-33.4208	24.9542
			1.0%	-2.1333	1,000	-31.3208	27.0542
			1.5%	-.7667	1,000	-29.9542	28.4208
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.0%	0.5%	-.9000	1,000	-30.0875	28.2875
			1.0%	1.1333	1,000	-28.0542	30.3208
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.0%	1.5%	-2.1000	1,000	-31.2875	27.0875
			0.5%	2.1333	1,000	-27.0542	31.3208
			1.5%	1.3667	1,000	-27.8208	30.5542
	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 1.5%	0.5%	-2.2667	1,000	-31.4542	26.9208
			1.0%	-.2333	1,000	-29.4208	28.9542
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T2 al 1.5%	1.5%	-3.4667	,998	-32.6542	25.7208
			0.5%	.7667	1,000	-28.4208	29.9542
		1.0%	-1.3667	1,000	-30.5542	27.8208	
SST	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 0.5%	1.0%	2.3667	,984	-9.8393	14.5726
			1.5%	-1.4667	,998	-13.6726	10.7393
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 0.5%	0.5%	3.4000	,929	-8.8060	15.6060
			1.0%	1.5000	,998	-10.7060	13.7060
			1.5%	2.7000	,972	-9.5060	14.9060
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.0%	0.5%	-2.3667	,984	-14.5726	9.8393
			1.5%	-3.8333	,890	-16.0393	8.3726
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.0%	0.5%	1.0333	1,000	-11.1726	13.2393
			1.0%	-.8667	1,000	-13.0726	11.3393
			1.5%	.3333	1,000	-11.8726	12.5393
	Sulfato de aluminio (T1)	T1 al 1.5%	0.5%	1.4667	,998	-10.7393	13.6726
			1.0%	3.8333	,890	-8.3726	16.0393
Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	T1 al 1.5%	0.5%	4.8667	,759	-7.3393	17.0726	
		1.0%	2.9667	,959	-9.2393	15.1726	
		1.5%	4.1667	,853	-8.0393	16.3726	

	Sulfato de aluminio (T1)	T2 al 0.5%	0.5%	-3.4000	,929	-15.6060	8.8060
			1.0%	-1.0333	1,000	-13.2393	11.1726
			1.5%	-4.8667	,759	-17.0726	7.3393
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)		1.0%	-1.9000	,994	-14.1060	10.3060
			1.5%	-.7000	1,000	-12.9060	11.5060
			Sulfato de aluminio (T1)	0.5%	-1.5000	,998	-13.7060
	1.0%	.8667		1,000	-11.3393	13.0726	
	1.5%	-2.9667		,959	-15.1726	9.2393	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	0.5%	1.9000	,994	-10.3060	14.1060	
		1.5%	1.2000	,999	-11.0060	13.4060	
		Sulfato de aluminio (T1)	0.5%	-2.7000	,972	-14.9060	9.5060
	1.0%		-.3333	1,000	-12.5393	11.8726	
	1.5%		-4.1667	,853	-16.3726	8.0393	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio al 1% (T2)	0.5%	.7000	1,000	-11.5060	12.9060	
		1.0%	-1.2000	,999	-13.4060	11.0060	

Fuente: Elaboración propia

ANOVA factorial para las diferentes velocidades rápidas

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes velocidades rápidas no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes velocidades rápidas hay diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Tabla 24. Prueba de inter-sujetos de las velocidades rápidas

Pruebas de efectos inter-sujetos									
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.		Valor α	Hipótesis aceptada
Tara	Turbiedad	,297	2	,149	,037	,964	>	0.05	H0

	pH	,003	2	,001	,011	,989	>	0.05	H0
	Conductividad	19,764	2	9,882	,002	,998	>	0.05	H0
	DQO	48,092	2	24,046	,089	,915	>	0.05	H0
	DBO ₅	14,110	2	7,055	,052	,950	>	0.05	H0
	SST	4,588	2	2,294	,056	,945	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes velocidades rápidas no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos no hay diferencias significativa entre los tratamientos, por lo que se demuestra que el tratamiento a base de goma de tara + sulfato de aluminio es de igual eficiente que el tratamiento con sulfato de aluminio a diferentes velocidades rápidas.

Comparación múltiple con la prueba Tukey

Se utiliza para comparar las medias de las concentraciones de cada tratamiento.

Tabla 25. Prueba Tukey de las velocidades rápidas

Comparaciones múltiples								
HSD Tukey								
Variable dependiente	Tratamiento	(I) Velocidad Rápida	(J) Velocidad Rápida	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
Turbiedad	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	150 RPM	.8733	,993	-4.6155	6.3622	
			300 RPM	-1.1633	,977	-6.6522	4.3255	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	100 RPM	.6833	,998	-4.8055	6.1722	
			150 RPM	.9733	,989	-4.5155	6.4622	
		300 RPM	100 RPM		-.5667	,999	-6.0555	4.9222
	Sulfato de aluminio (T1)	150 RPM	100 RPM		-.8733	,993	-6.3622	4.6155
					-2.0367	,807	-7.5255	3.4522
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	150 RPM	100 RPM		-.1900	1,000	-5.6788	5.2988
					.1000	1,000	-5.3888	5.5888
		300 RPM	100 RPM		-1.4400	,944	-6.9288	4.0488
Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM		1.1633	,977	-4.3255	6.6522	
				2.0367	,807	-3.4522	7.5255	

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	1.8467	,860	-3.6422	7.3355	
			150 RPM	2.1367	,776	-3.3522	7.6255	
			300 RPM	.5967	,999	-4.8922	6.0855	
	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	100 RPM	-.6833	,998	-6.1722	4.8055	
			150 RPM	.1900	1,000	-5.2988	5.6788	
			300 RPM	-1.8467	,860	-7.3355	3.6422	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	150 RPM	.2900	1,000	-5.1988	5.7788	
			300 RPM	-1.2500	,969	-6.7388	4.2388	
	Sulfato de aluminio (T1)	150 RPM	100 RPM	-.9733	,989	-6.4622	4.5155	
			150 RPM	-.1000	1,000	-5.5888	5.3888	
			300 RPM	-2.1367	,776	-7.6255	3.3522	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	150 RPM	100 RPM	-.2900	1,000	-5.7788	5.1988	
			300 RPM	-1.5400	,927	-7.0288	3.9488	
	Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	.5667	,999	-4.9222	6.0555	
			150 RPM	1.4400	,944	-4.0488	6.9288	
			300 RPM	-.5967	,999	-6.0855	4.8922	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	1.2500	,969	-4.2388	6.7388	
			150 RPM	1.5400	,927	-3.9488	7.0288	
	pH	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	150 RPM	.1433	,996	-.8412	1.1279
				300 RPM	-.1167	,998	-1.1012	.8679
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	100 RPM	.0900	1,000	-.8945	1.0745
150 RPM				.1733	,990	-.8112	1.1579	
		100 RPM	300 RPM	-.0500	1,000	-1.0345	.9345	
Sulfato de aluminio (T1)		150 RPM	100 RPM	-.1433	,996	-1.1279	.8412	
			300 RPM	-.2600	,943	-1.2445	.7245	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		150 RPM	100 RPM	-.0533	1,000	-1.0379	.9312	
			150 RPM	.0300	1,000	-.9545	1.0145	
		150 RPM	300 RPM	-.1933	,983	-1.1779	.7912	
Sulfato de aluminio (T1)		300 RPM	100 RPM	.1167	,998	-.8679	1.1012	
			150 RPM	.2600	,943	-.7245	1.2445	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		300 RPM	100 RPM	.2067	,978	-.7779	1.1912	
			150 RPM	.2900	,913	-.6945	1.2745	
		300 RPM	300 RPM	.0667	1,000	-.9179	1.0512	
Sulfato de aluminio (T1)		100 RPM	100 RPM	-.0900	1,000	-1.0745	.8945	
			150 RPM	.0533	1,000	-.9312	1.0379	
			300 RPM	-.2067	,978	-1.1912	.7779	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	150 RPM	.0833	1,000	-.9012	1.0679	
			300 RPM	-.1400	,996	-1.1245	.8445	
Sulfato de aluminio (T1)		150 RPM	100 RPM	-.1733	,990	-1.1579	.8112	
	150 RPM		-.0300	1,000	-1.0145	.9545		

Conductividad	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	300 RPM	-.2900	,913	-1.2745	.6945	
			100 RPM	-.0833	1,000	-1.0679	.9012	
			300 RPM	-.2233	,969	-1.2079	.7612	
	Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	.0500	1,000	-.9345	1.0345	
			150 RPM	.1933	,983	-.7912	1.1779	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	300 RPM	-.0667	1,000	-1.0512	.9179	
			100 RPM	.1400	,996	-.8445	1.1245	
			150 RPM	.2233	,969	-.7612	1.2079	
	Conductividad	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	150 RPM	15.8667	1,000	-163.8727	195.6060
				300 RPM	-13.4667	1,000	-193.2060	166.2727
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	100 RPM	6.6333	1,000	-173.1060	186.3727
				150 RPM	17.3667	,999	-162.3727	197.1060
300 RPM				-9.3667	1,000	-189.1060	170.3727	
Sulfato de aluminio (T1)		150 RPM	100 RPM	-15.8667	1,000	-195.6060	163.8727	
			300 RPM	-29.3333	,993	-209.0727	150.4060	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		150 RPM	100 RPM	-9.2333	1,000	-188.9727	170.5060	
			150 RPM	1.5000	1,000	-178.2393	181.2393	
			300 RPM	-25.2333	,996	-204.9727	154.5060	
Sulfato de aluminio (T1)		300 RPM	100 RPM	13.4667	1,000	-166.2727	193.2060	
			150 RPM	29.3333	,993	-150.4060	209.0727	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	20.1000	,999	-159.6393	199.8393		
		150 RPM	30.8333	,991	-148.9060	210.5727		
		300 RPM	4.1000	1,000	-175.6393	183.8393		
Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	100 RPM	-6.6333	1,000	-186.3727	173.1060		
		150 RPM	9.2333	1,000	-170.5060	188.9727		
		300 RPM	-20.1000	,999	-199.8393	159.6393		
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	150 RPM	10.7333	1,000	-169.0060	190.4727		
		300 RPM	-16.0000	1,000	-195.7393	163.7393		
Sulfato de aluminio (T1)	150 RPM	100 RPM	-17.3667	,999	-197.1060	162.3727		
		150 RPM	-1.5000	1,000	-181.2393	178.2393		
		300 RPM	-30.8333	,991	-210.5727	148.9060		
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	150 RPM	100 RPM	-10.7333	1,000	-190.4727	169.0060		
		300 RPM	-26.7333	,995	-206.4727	153.0060		
Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	9.3667	1,000	-170.3727	189.1060		
		150 RPM	25.2333	,996	-154.5060	204.9727		
		300 RPM	-4.1000	1,000	-183.8393	175.6393		
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	16.0000	1,000	-163.7393	195.7393		
		150 RPM	26.7333	,995	-153.0060	206.4727		
DQO	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	150 RPM	3.0867	1,000	-41.9296	48.1029	
			300 RPM	-15.5000	,848	-60.5163	29.5163	

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	1.9333	1,000	-43.0829	46.9496	
			150 RPM	3.2333	1,000	-41.7829	48.2496	
			300 RPM	-7.7000	,991	-52.7163	37.3163	
	Sulfato de aluminio (T1)	150 RPM	100 RPM	-3.0867	1,000	-48.1029	41.9296	
			300 RPM	-18.5867	,734	-63.6029	26.4296	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	150 RPM	100 RPM	-1.1533	1,000	-46.1696	43.8629	
			150 RPM	.1467	1,000	-44.8696	45.1629	
			300 RPM	-10.7867	,961	-55.8029	34.2296	
	Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	15.5000	,848	-29.5163	60.5163	
			150 RPM	18.5867	,734	-26.4296	63.6029	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	17.4333	,779	-27.5829	62.4496	
			150 RPM	18.7333	,728	-26.2829	63.7496	
			300 RPM	7.8000	,990	-37.2163	52.8163	
	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	100 RPM	-1.9333	1,000	-46.9496	43.0829	
			150 RPM	1.1533	1,000	-43.8629	46.1696	
			300 RPM	-17.4333	,779	-62.4496	27.5829	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	150 RPM	1.3000	1,000	-43.7163	46.3163	
			300 RPM	-9.6333	,976	-54.6496	35.3829	
	Sulfato de aluminio (T1)	150 RPM	100 RPM	-3.2333	1,000	-48.2496	41.7829	
			150 RPM	-.1467	1,000	-45.1629	44.8696	
			300 RPM	-18.7333	,728	-63.7496	26.2829	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	150 RPM	100 RPM	-1.3000	1,000	-46.3163	43.7163	
			300 RPM	-10.9333	,959	-55.9496	34.0829	
	Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	7.7000	,991	-37.3163	52.7163	
			150 RPM	10.7867	,961	-34.2296	55.8029	
			300 RPM	-7.8000	,990	-52.8163	37.2163	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	9.6333	,976	-35.3829	54.6496	
			150 RPM	10.9333	,959	-34.0829	55.9496	
	DBO ₅	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	150 RPM	4.8767	,995	-27.1842	36.9376
				300 RPM	-7.1000	,972	-39.1609	24.9609
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	100 RPM	2.7000	1,000	-29.3609	34.7609	
			150 RPM	5.0000	,994	-27.0609	37.0609	
			300 RPM	-2.6667	1,000	-34.7276	29.3942	
Sulfato de aluminio (T1)		150 RPM	100 RPM	-4.8767	,995	-36.9376	27.1842	
			300 RPM	-11.9767	,803	-44.0376	20.0842	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		150 RPM	100 RPM	-2.1767	1,000	-34.2376	29.8842	
			150 RPM	.1233	1,000	-31.9376	32.1842	
			300 RPM	-7.5433	,964	-39.6042	24.5176	
Sulfato de aluminio (T1)		300 RPM	100 RPM	7.1000	,972	-24.9609	39.1609	
			150 RPM	11.9767	,803	-20.0842	44.0376	

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	9.8000	,900	-22.2609	41.8609	
			150 RPM	12.1000	,796	-19.9609	44.1609	
			300 RPM	4.4333	,997	-27.6276	36.4942	
	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	100 RPM	-2.7000	1,000	-34.7609	29.3609	
			150 RPM	2.1767	1,000	-29.8842	34.2376	
			300 RPM	-9.8000	,900	-41.8609	22.2609	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	150 RPM	2.3000	1,000	-29.7609	34.3609	
			300 RPM	-5.3667	,992	-37.4276	26.6942	
	Sulfato de aluminio (T1)	150 RPM	100 RPM	-5.0000	,994	-37.0609	27.0609	
			150 RPM	-.1233	1,000	-32.1842	31.9376	
			300 RPM	-12.1000	,796	-44.1609	19.9609	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	150 RPM	100 RPM	-2.3000	1,000	-34.3609	29.7609	
			300 RPM	-7.6667	,961	-39.7276	24.3942	
	Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	2.6667	1,000	-29.3942	34.7276	
			150 RPM	7.5433	,964	-24.5176	39.6042	
			300 RPM	-4.4333	,997	-36.4942	27.6276	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	5.3667	,992	-26.6942	37.4276	
			150 RPM	7.6667	,961	-24.3942	39.7276	
	SST	Sulfato de aluminio (T1)	100 RPM	150 RPM	5.3667	,899	-12.1334	22.8668
				300 RPM	-9.3667	,501	-26.8668	8.1334
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	100 RPM	100 RPM	3.5333	,981	-13.9668	21.0334
150 RPM				6.4667	,809	-11.0334	23.9668	
300 RPM				-7.4333	,712	-24.9334	10.0668	
Sulfato de aluminio (T1)		150 RPM	100 RPM	-5.3667	,899	-22.8668	12.1334	
			300 RPM	-14.7333	,120	-32.2334	2.7668	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		150 RPM	100 RPM	-1.8333	,999	-19.3334	15.6668	
			150 RPM	1.1000	1,000	-16.4001	18.6001	
			300 RPM	-12.8000	,212	-30.3001	4.7001	
Sulfato de aluminio (T1)		300 RPM	100 RPM	9.3667	,501	-8.1334	26.8668	
			150 RPM	14.7333	,120	-2.7668	32.2334	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		300 RPM	100 RPM	12.9000	,206	-4.6001	30.4001	
			150 RPM	15.8333	,085	-1.6668	33.3334	
			300 RPM	1.9333	,999	-15.5668	19.4334	
Sulfato de aluminio (T1)		100 RPM	100 RPM	-3.5333	,981	-21.0334	13.9668	
			150 RPM	1.8333	,999	-15.6668	19.3334	
			300 RPM	-12.9000	,206	-30.4001	4.6001	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	150 RPM	2.9333	,992	-14.5668	20.4334	
			300 RPM	-10.9667	,346	-28.4668	6.5334	
Sulfato de aluminio (T1)		150 RPM	100 RPM	-6.4667	,809	-23.9668	11.0334	
			150 RPM	-1.1000	1,000	-18.6001	16.4001	

			300 RPM	-15.8333	,085	-33.3334	1.6668
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		100 RPM	-2.9333	,992	-20.4334	14.5668
			300 RPM	-13.9000	,154	-31.4001	3.6001
	Sulfato de aluminio (T1)	300 RPM	100 RPM	7.4333	,712	-10.0668	24.9334
			150 RPM	12.8000	,212	-4.7001	30.3001
			300 RPM	-1.9333	,999	-19.4334	15.5668
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	300 RPM	100 RPM	10.9667	,346	-6.5334	28.4668
			150 RPM	13.9000	,154	-3.6001	31.4001

Fuente: Elaboración propia

ANOVA factorial para las diferentes velocidades lentas

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes velocidades lentas no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

H1: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes velocidades lentas hay diferencia estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Tabla 26. Prueba de inter-sujetos de las velocidades lentas

Pruebas de efectos inter-sujetos									
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.		Valor α	Hipótesis aceptada
Tratamiento * Velocidad Lenta	Turbiedad	,992	2	,496	,081	,922	>	0.05	H0
	pH	,019	2	,010	,047	,954	>	0.05	H0
	Conductividad	247,767	2	123,884	,028	,973	>	0.05	H0
	DQO	180,888	2	90,444	,281	,760	>	0.05	H0
	DBO ₅	12,421	2	6,211	,044	,957	>	0.05	H0
	SST	24,935	2	12,468	,310	,739	>	0.05	H0

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis aceptada es la nula

H0: El conjunto de datos de los parámetros fisicoquímicos para los tratamientos en diferentes velocidades lentas no tienen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Se concluye, que los datos de los parámetros fisicoquímicos no hay diferencias significativa entre los tratamientos, por lo que se demuestra que el tratamiento a base de goma de tara + sulfato de aluminio es de igual eficiente que el tratamiento con sulfato de aluminio a diferentes velocidades lentas.

Comparación múltiple con la prueba Tukey

Se utiliza para comparar las medias de las concentraciones de cada tratamiento.

Tabla 27. Prueba de Tukey de las velocidades lentas

Comparaciones múltiples								
HSD Tukey								
Variable dependiente	Tratamiento	(I) Velocidad Lenta	(J) Velocidad Lenta	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
Turbiedad	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	30 RPM	1.7667	,922	-4.5317	8.0651	
			45 RPM	1.7767	,899	-4.1149	7.6683	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		20 RPM	2.3167	,863	-4.7252	9.3585	
			30 RPM	1.2500	,981	-5.0484	7.5484	
			45 RPM	3.3167	,505	-2.9817	9.6151	
	Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-1.7667	,922	-8.0651	4.5317	
			45 RPM	.0100	1,000	-5.8816	5.9016	
			Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	.5500	1,000	-6.4918	7.5918
				30 RPM	-.5167	1,000	-6.8151	5.7817
	45 RPM		1.5500	,953	-4.7484	7.8484		
	Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-1.7767	,899	-7.6683	4.1149	
			30 RPM	-.0100	1,000	-5.9016	5.8816	
			Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	.5400	1,000	-6.1405	7.2205
				30 RPM	-.5267	1,000	-6.4183	5.3649
	45 RPM		1.5400	,941	-4.3516	7.4316		
	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	20 RPM	-2.3167	,863	-9.3585	4.7252	
			30 RPM	-.5500	1,000	-7.5918	6.4918	
			45 RPM	-.5400	1,000	-7.2205	6.1405	
			Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	30 RPM	-1.0667	,994	-8.1085	5.9752
				45 RPM	1.0000	,996	-6.0418	8.0418
Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-1.2500	,981	-7.5484	5.0484		
		30 RPM	.5167	1,000	-5.7817	6.8151		
		45 RPM	.5267	1,000	-5.3649	6.4183		

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		20 RPM	1.0667	,994	-5.9752	8.1085		
			45 RPM	2.0667	,864	-4.2317	8.3651		
		Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-3.3167	,505	-9.6151	2.9817	
				30 RPM	-1.5500	,953	-7.8484	4.7484	
				45 RPM	-1.5400	,941	-7.4316	4.3516	
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		20 RPM	-1.0000	,996	-8.0418	6.0418	
	30 RPM			-2.0667	,864	-8.3651	4.2317		
	pH	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	30 RPM	.2100	,991	-1.0354	1.4554	
				45 RPM	.2083	,988	-0.9567	1.3733	
				Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	.3133	,968	-1.0791	1.7058
					30 RPM	.1433	,998	-1.1021	1.3888
45 RPM		.4233			,847	-0.8221	1.6688		
Sulfato de aluminio (T1)		30 RPM		20 RPM	-0.2100	,991	-1.4554	1.0354	
			45 RPM	-0.0017	1,000	-1.1667	1.1633		
			Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	.1033	1,000	-1.2891	1.4958	
30 RPM				-0.0667	1,000	-1.3121	1.1788		
45 RPM				.2133	,990	-1.0321	1.4588		
Sulfato de aluminio (T1)			45 RPM	20 RPM	-0.2083	,988	-1.3733	.9567	
		30 RPM		.0017	1,000	-1.1633	1.1667		
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		20 RPM	.1050	1,000	-1.2160	1.4260	
30 RPM				-0.0650	1,000	-1.2300	1.1000		
45 RPM				.2150	,986	-0.9500	1.3800		
Sulfato de aluminio (T1)		20 RPM		20 RPM	-0.3133	,968	-1.7058	1.0791	
			30 RPM	-0.1033	1,000	-1.4958	1.2891		
			45 RPM	-0.1050	1,000	-1.4260	1.2160		
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)			30 RPM	-0.1700	,998	-1.5624	1.2224		
			45 RPM	.1100	1,000	-1.2824	1.5024		
Sulfato de aluminio (T1)		30 RPM	20 RPM	-0.1433	,998	-1.3888	1.1021		
			30 RPM	.0667	1,000	-1.1788	1.3121		
			45 RPM	.0650	1,000	-1.1000	1.2300		
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM		.1700	,998	-1.2224	1.5624			
	45 RPM		.2800	,968	-0.9654	1.5254			
Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-0.4233	,847	-1.6688	.8221			
		30 RPM	-0.2133	,990	-1.4588	1.0321			
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	45 RPM	-0.2150	,986	-1.3800	.9500		
			20 RPM	-0.1100	1,000	-1.5024	1.2824		
			30 RPM	-0.2800	,968	-1.5254	.9654		
Conductividad		Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	30 RPM	24.5133	,997	-158.7087	207.7353	
	45 RPM			8.7400	1,000	-162.6485	180.1285		
	20 RPM			44.2400	,973	-160.6084	249.0884		

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		30 RPM	19.5567	,999	-163.6653	202.7787	
			45 RPM	28.9900	,993	-154.2320	212.2120	
	Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-24.5133	,997	-207.7353	158.7087	
			45 RPM	-15.7733	,999	-187.1618	155.6152	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	30 RPM	20 RPM	19.7267	,999	-185.1218	224.5751	
			30 RPM	-4.9567	1,000	-188.1787	178.2653	
			45 RPM	4.4767	1,000	-178.7453	187.6987	
	Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-8.7400	1,000	-180.1285	162.6485	
			30 RPM	15.7733	,999	-155.6152	187.1618	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	45 RPM	20 RPM	35.5000	,987	-158.8363	229.8363	
			30 RPM	10.8167	1,000	-160.5718	182.2052	
			45 RPM	20.2500	,998	-151.1385	191.6385	
	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	20 RPM	-44.2400	,973	-249.0884	160.6084	
			30 RPM	-19.7267	,999	-224.5751	185.1218	
			45 RPM	-35.5000	,987	-229.8363	158.8363	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	30 RPM	-24.6833	,998	-229.5318	180.1651	
			45 RPM	-15.2500	1,000	-220.0984	189.5984	
	Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-19.5567	,999	-202.7787	163.6653	
			30 RPM	4.9567	1,000	-178.2653	188.1787	
			45 RPM	-10.8167	1,000	-182.2052	160.5718	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	30 RPM	20 RPM	24.6833	,998	-180.1651	229.5318	
			45 RPM	9.4333	1,000	-173.7887	192.6553	
	Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-28.9900	,993	-212.2120	154.2320	
			30 RPM	-4.4767	1,000	-187.6987	178.7453	
			45 RPM	-20.2500	,998	-191.6385	151.1385	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	45 RPM	20 RPM	15.2500	1,000	-189.5984	220.0984	
			30 RPM	-9.4333	1,000	-192.6553	173.7887	
	DQO	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	30 RPM	23.1667	,603	-25.5941	71.9274
				45 RPM	17.2750	,784	-28.3365	62.8865
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	20 RPM	19.7500	,812	-34.7661	74.2661
				30 RPM	18.6667	,777	-30.0941	67.4274
				45 RPM	26.1000	,489	-22.6607	74.8607
		Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-23.1667	,603	-71.9274	25.5941
				45 RPM	-5.8917	,997	-51.5031	39.7198
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	30 RPM	20 RPM	-3.4167	1,000	-57.9328	51.0995
				30 RPM	-4.5000	,999	-53.2607	44.2607
45 RPM				2.9333	1,000	-45.8274	51.6941	
Sulfato de aluminio (T1)		45 RPM	20 RPM	-17.2750	,784	-62.8865	28.3365	
			30 RPM	5.8917	,997	-39.7198	51.5031	
			20 RPM	2.4750	1,000	-49.2436	54.1936	

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		30 RPM	1.3917	1,000	-44.2198	47.0031	
			45 RPM	8.8250	,983	-36.7865	54.4365	
	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	20 RPM	-19.7500	,812	-74.2661	34.7661	
			30 RPM	3.4167	1,000	-51.0995	57.9328	
			45 RPM	-2.4750	1,000	-54.1936	49.2436	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	30 RPM	-1.0833	1,000	-55.5995	53.4328	
			45 RPM	6.3500	,998	-48.1661	60.8661	
	Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-18.6667	,777	-67.4274	30.0941	
			30 RPM	4.5000	,999	-44.2607	53.2607	
			45 RPM	-1.3917	1,000	-47.0031	44.2198	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	30 RPM	20 RPM	1.0833	1,000	-53.4328	55.5995	
			45 RPM	7.4333	,994	-41.3274	56.1941	
	Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-26.1000	,489	-74.8607	22.6607	
			30 RPM	-2.9333	1,000	-51.6941	45.8274	
			45 RPM	-8.8250	,983	-54.4365	36.7865	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	45 RPM	20 RPM	-6.3500	,998	-60.8661	48.1661	
			30 RPM	-7.4333	,994	-56.1941	41.3274	
	DBO ₅	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	30 RPM	8.3667	,934	-22.7456	39.4789
				45 RPM	6.9500	,959	-22.1529	36.0529
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	20 RPM	9.4500	,931	-25.3346	44.2346
				30 RPM	6.5667	,975	-24.5456	37.6789
			20 RPM	45 RPM	13.6667	,672	-17.4456	44.7789
		Sulfato de aluminio (T1)	30 RPM	20 RPM	-8.3667	,934	-39.4789	22.7456
45 RPM				-1.4167	1,000	-30.5195	27.6862	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		30 RPM	20 RPM	1.0833	1,000	-33.7013	35.8679	
			30 RPM	-1.8000	1,000	-32.9123	29.3123	
		30 RPM	45 RPM	5.3000	,990	-25.8123	36.4123	
Sulfato de aluminio (T1)		45 RPM	20 RPM	-6.9500	,959	-36.0529	22.1529	
			30 RPM	1.4167	1,000	-27.6862	30.5195	
			20 RPM	2.5000	1,000	-30.4996	35.4996	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		45 RPM	30 RPM	-3.8333	1,000	-29.4862	28.7195	
			45 RPM	6.7167	,964	-22.3862	35.8195	
Sulfato de aluminio (T1)		20 RPM	20 RPM	-9.4500	,931	-44.2346	25.3346	
			30 RPM	-1.0833	1,000	-35.8679	33.7013	
			45 RPM	-2.5000	1,000	-35.4996	30.4996	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		20 RPM	30 RPM	-2.8833	1,000	-37.6679	31.9013	
			45 RPM	4.2167	,998	-30.5679	39.0013	
Sulfato de aluminio (T1)		30 RPM	20 RPM	-6.5667	,975	-37.6789	24.5456	
			30 RPM	1.8000	1,000	-29.3123	32.9123	

	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		45 RPM	.3833	1,000	-28.7195	29.4862	
			20 RPM	2.8833	1,000	-31.9013	37.6679	
			45 RPM	7.1000	,966	-24.0123	38.2123	
	Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-13.6667	,672	-44.7789	17.4456	
			30 RPM	-5.3000	,990	-36.4123	25.8123	
			45 RPM	-6.7167	,964	-35.8195	22.3862	
	Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	45 RPM	20 RPM	-4.2167	,998	-39.0013	30.5679	
			30 RPM	-7.1000	,966	-38.2123	24.0123	
	SST	Sulfato de aluminio (T1)	20 RPM	30 RPM	9.4000	,457	-7.6065	26.4065
				45 RPM	7.8642	,566	-8.0440	23.7723
		Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	20 RPM	20 RPM	6.0667	,876	-12.9472	25.0805
30 RPM				6.3000	,798	-10.7065	23.3065	
Sulfato de aluminio (T1)		30 RPM	45 RPM	12.4333	,206	-4.5732	29.4398	
			20 RPM	-9.4000	,457	-26.4065	7.6065	
			45 RPM	-1.5358	,999	-17.4440	14.3723	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		30 RPM	20 RPM	-3.3333	,989	-22.3472	15.6805	
			30 RPM	-3.1000	,987	-20.1065	13.9065	
			45 RPM	3.0333	,988	-13.9732	20.0398	
Sulfato de aluminio (T1)		45 RPM	20 RPM	-7.8642	,566	-23.7723	8.0440	
			30 RPM	1.5358	,999	-14.3723	17.4440	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		45 RPM	20 RPM	-1.7975	,999	-19.8356	16.2406	
			30 RPM	-1.5642	,999	-17.4723	14.3440	
			45 RPM	4.5692	,915	-11.3390	20.4773	
Sulfato de aluminio (T1)		20 RPM	20 RPM	-6.0667	,876	-25.0805	12.9472	
			30 RPM	3.3333	,989	-15.6805	22.3472	
			45 RPM	1.7975	,999	-16.2406	19.8356	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)		20 RPM	30 RPM	.2333	1,000	-18.7805	19.2472	
			45 RPM	6.3667	,854	-12.6472	25.3805	
Sulfato de aluminio (T1)		30 RPM	20 RPM	-6.3000	,798	-23.3065	10.7065	
			30 RPM	3.1000	,987	-13.9065	20.1065	
			45 RPM	1.5642	,999	-14.3440	17.4723	
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	30 RPM	20 RPM	-2.3333	1,000	-19.2472	18.7805		
		45 RPM	6.1333	,814	-10.8732	23.1398		
Sulfato de aluminio (T1)	45 RPM	20 RPM	-12.4333	,206	-29.4398	4.5732		
		30 RPM	-3.0333	,988	-20.0398	13.9732		
		45 RPM	-4.5692	,915	-20.4773	11.3390		
Goma de tara + Sulfato de aluminio (T2)	45 RPM	20 RPM	-6.3667	,854	-25.3805	12.6472		
		30 RPM	-6.1333	,814	-23.1398	10.8732		

Fuente: Elaboración propia

IV. Discusión de resultados

A partir de los hallazgos encontrados la hipótesis general se acepta, estableciendo que la eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades si permite el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro, ya que se logró una reducción de estos parámetros. Estos resultados guardan relación con la investigación de Jiménez (2012), donde logro mayor eficiencia agregando tuna como ayudante de coagulación mejorando los resultados del sulfato de aluminio.

De los resultados obtenidos se discierne, que la eficiencia del coagulante base de goma de tara + sulfato de aluminio, mejora los valores de los parámetros físicos de las aguas del río Huaycoloro. Entre los resultados a distintas concentraciones se logró una remoción de turbiedad de 342 NTU a 4.80 NTU con 50 mg/L de sulfato de aluminio al 1% con 80 mg/L de goma de tara al 0.5%, lo cual se encuentra cercano al valor obtenido por Aguilar, A (2010) de 390 NTU a 1.9 NTU, cabe resaltar que su muestra era artificial (arcilla + agua), en lo que difiere es que utilizo una dosis de 25 mg/L de sulfato de aluminio al 1% con 3mg/L de goma de tara al 0.2%. Por otro lado, los resultados de Urquia (2017) redujo la turbiedad del rio Huaycoloro de 560 NTU a 6.21 usando 750 mg/L de moringa en polvo mejorando su pH de 7.64 a 7.48 en cambio la presente logro mejorar de 8.10 a 7.60 pH.

De los resultados se obtiene que la eficiencia del coagulante base de goma de tara + sulfato de aluminio, mejora los valores de los parámetros químicos Se obtuvo que con 50 mg/L de sulfato de aluminio al 1% con 80 mg/L de goma de tara al 0.5% a una velocidad rápida de 150 rpm y 45 rpm en velocidad lenta, se disminuyó de 184.30 mg/L a 24.10 mg/L de SST, 347 mg/L de DQO a 70.0 mg/L y de DBO₅ de 192.70 mg/L a 41.10 mg/L, dando así un porcentaje de remoción entre 84.64 y 86.92 % en SST, 76.97% y 80.0% en DQO y 79.04% y 81.23% de DBO₅, los cuales dieron mejores resultados que los obtenidos por Bravo y Gutiérrez (2016) al utilizar solo como coagulante la goma de tara a 3000 mg/L a una velocidad rápida de 300 rpm y 45 rpm en velocidad lenta, reduciendo de 41 mg/L de SST a 34 mg/L con un

porcentaje de 17.07%, de 821 mg/L de DQO a 509 mg/L con un porcentaje de 38.0 % y de 455 mg/L de DBO₅ a 257 mg/L con un porcentaje de 43.52%.

De los resultados obtenidos de la turbiedad, donde las mediciones iniciales varían por la presencia de lluvias, no se hizo necesario aumentar la dosis, ya que coincide con Domínguez (2010) que menciona que a mayor turbiedad existe el choque entre partículas, facilitando su agrupamiento.

A partir de los hallazgos encontrados con respecto al pH, se evidencia que existe una reducción mínima al aplicarse el coagulante a distintas concentraciones y diferentes velocidades (Figura 13, 20 y 27), evidenciándose más cuando el pH se encuentra en valores altos en los dos tratamientos, de ese modo coincidiendo con Urquia (2017), que al aplicar una dosis de 0.75 g/L de moringa para tratar las aguas del río Huaycoloro a un pH inicial de 7.64 a 7.48 y con Villabona (2013) al aplicar tuna en un pH de 7.9 reduciéndolo a 7.5 . También podemos decir, que no se realizó la modificación del pH inicial ya que era básico, donde el sulfato de aluminio tiene mayor eficiencia y la viscosidad de la goma de tara no se altera.

La conductividad eléctrica es una forma indirecta y rápida de conocer la presencia de sales disueltas en aguas superficiales, entre los resultados hallados a pesar de haber reducido eficientemente los sólidos suspendidos , no se logró lo mismo con los sólidos disueltos , siendo mínima la diferencia con su resultado final con el inicial.

V. Conclusiones

Se demostró la eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio, si logra cambios significativos en el tratamiento de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro, mejorando sus parámetros fisicoquímicos. Logrando una mayor eficiencia con una dosis de 80 mg/L de goma de tara al 0.5% + 50 mg/L de sulfato de aluminio al 1% a una velocidad de agitación rápida de 150 rpm y lenta de 45 rpm.

En el proceso para determinar la dosis óptima de los coagulantes, se usó 100 mg/l de sulfato de aluminio pero en su trabajo en conjunto con la goma de tara solo se hizo uso de 50 mg/L, logrando la disminución en el uso del coagulante químico.

Se debe tener en cuenta que según las variaciones de la concentración y velocidades en el proceso de coagulación y floculación su eficacia varia, logrando una mayor eficiencia cuando se utiliza 80 mg/L de goma de tara a 0.5% con 50 mg/L de sulfato de aluminio al 1 % a una velocidad de agitación rápida de 150 rpm y de agitación lenta de 45 rpm.

Se concluye que la goma de tara a mayor dilución en su solución madre es más efectiva ya que puede distribuirse más rápidamente en el agua a tratar.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda analizar más opciones de dosis, aumentando la dosis de goma de tara y disminuyendo el sulfato de aluminio pero siempre como co-coagulante por que se evidencio que aun a dosis altas de goma de tara resulta difícil mejorara las características del rio Huaycoloro, igualmente realizarlo con las concentraciones y velocidades e incluir otro tipo de variables que influyan en la coagulación como el tiempo de agitación, el tiempo de sedimentación.

Se recomienda analizar más parámetros físicos y químicos e incluir parámetros microbiológicos, ya que estas partículas son arrastradas por los flóculos en el proceso de sedimentación.

VII. REFERENCIAS

AGUILAR ASCON, Edwar. Utilización de las semillas de Tara (*Caesalpinia Spinosa*) como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas. Tesis de Titulación (Ingeniero Sanitario). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2010.160p.

BRAVO, Milagros y GUITIERRES, Jorge. Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Río Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara). Tesis de Titulación (Ingeniero Ambiental). Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, 2016.92p.

CHUN-YANG, Ying. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. *Process Biochemistry*. [en línea]. Septiembre 2010. Vol 45:1437-1444. [fecha de consulta: 15 de agosto 2017]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511310002114>

EVALUACIÓN de la calidad sanitaria y ambiental de las aguas del río Huaycoloro-año 2011 [en línea]: Lima, 2011 [fecha de consulta: 25 septiembre 2017]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/rios/2011/RIO_HUAYCOLORO_2011.pdf

EVALUACIÓN de muestras de agua del río Rímac y principales afluentes con datos de DIGESA y SEDAPAL – 11/12 de mayo 2011 [en línea]: Lima, 2011. [fecha de consulta: 30 septiembre 2017]. Disponible en: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/rios/2011/Rio-Rimac-mayo-2011-DIGESA-SEDAPAL-3.pdf>

GAMBOA FUENTES, Nadia. Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Carcra, Región Lima. Tesis de Magister (Química). San Miguel, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado, 2016.94p.

GOYCOCHEA RICCI, Roberto. Evaluación de taninos y goma del fruto de la Tara *Caesalpinia spinosa* (Malina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa - Perú. Tesis de Titulación (Ingeniero Forestal). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, 2010.98p.

JIMÉNEZ, Joaquin, VARGAS, Maricruz y QUIROS, Noemi. Evaluación de la tuna (*Opuntia cochenillifera*) para la remoción del color en agua potable. *Tecnología en Marcha*. Vol.25, (4): 55-62, septiembre-diciembre 2012. [en línea].

LIMA, Raimundo y ABREU, Flavia. Produtos Naturais Utilizados como Coagulantes e Floculantes para Tratamento de Águas: Uma Revisão sobre Benefícios e Potencialidades. *Revista Virtual de Química*. Junio 2018. Vol. 10 no. 3. [fecha de consulta: 1 julio 2018]. Disponible en: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/2603>

ISSN 19846835.

LEDO, Patrícia; LIMA, Raquel; PAULO, João y DUARTE, Marco. Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de Moringa oleífera para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad. *Información Tecnológicas* [en línea]. 2009, Vol. 20 no. 5. [fecha de consulta: 24 septiembre 2017]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000500002

ISSN 07180764.

MARTÍNEZ RAMOS, José. Extracción de goma de la semilla de tara (*Caesalpinia Tinctoria*). Tesis de Título (Ingeniero Químico). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química y Textil, 2004.164p.

MOSCOZO BARRIOS, Luis. Uso de almidón de yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación – floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización. Tesis de Maestro (Ingeniería Sanitaria). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015.90p.

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable [en línea]. Tercera edición.2006. [fecha de consulta: 20 septiembre2017]. Capítulo 8. Aspectos químicos. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1

ISBN 9241546964

ORGANIZACIÓN Panamericana de la Salud. Tratamiento de agua para consumo humano [en línea]. [fecha de consulta: 09 agosto 2017]. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/ma1_tomo1_indice.pdf

OLIVERO, Rafael, AGUAS, Yelitza del Rosario y MERCADO, Iván. Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *AVANCES Investigación en ingeniería* [en línea]. Abril-junio 2014, vol. 11, no. 1. [fecha de consulta: 24 septiembre 2017]. Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-11/art7.pdf>

ISSN: 17844953

OJEDA BÁEZ, Lizabeth. Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *tropaeolum tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la planta de Puengasí la EPMAPS. Tesis de Titulación (Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales). Quito, Ecuador: Universidad de Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, 2012.150 p.

RICAURTE, Lineth, MORALES, Mari y RODRIGUEZ, Yim. Tratamientos de aguas crudas usando quitosano como coagulante orgánico. *Hacia un contexto de las ciencias ambientales: Iberoamérica* [en línea]. 2014. [fecha de consulta: 22 septiembre 2017]. Disponible en: <http://maestriaambiental.com/memorias/31.pdf>

ISSN: 9789589244647.

SANABRIA PÉREZ, Noemí. Extracción de goma a partir de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) y evaluación de sus propiedades reológicas. Tesis de Título (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, 2011.83p.

SHUANG, Baoyu y Xiangzuo, Min. Influence of using Enteromorpha extract as a coagulant aid on coagulation behavior and floc characteristics of traditional coagulant in Yellow River water treatment. *Chemical Engineering Journal*. [en línea].2012. [fecha de consulta: 22 septiembre 2017]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894712008182>

URQUIA COLLANTES, Karina. Eficiencia de la Opuntia Ficus-Indica frente a la Moringa Oleífera, en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL-2017. Tesis de Título (Ingeniería Ambiental). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2017.77p.


Anexo 1

Resultados de la fiabilidad de los instrumentos

Estadísticas de fiabilidad		
Ficha	Alfa de Cronbach	N de elementos
Ficha del punto de muestra de agua	,990	11
Ficha del análisis inicial de la muestra de agua	,990	11
Ficha para la dosis óptima	,990	11
Ficha para la concentración óptima	,990	11
Ficha para la velocidad de agitación rápida	,990	11
Ficha para la velocidad de agitación lenta	,990	11

Anexo 2

Validación de la ficha del punto de muestra de agua


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Tardora Vera Estepany

1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisora de Prácticas Profesionales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del Punto de Muestras de Agua

1.4. Autor(A) de Instrumento: Galixto Naupari Tania Karen

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

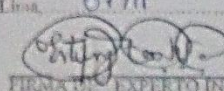
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
 No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 07/11 del 2017

 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE
 DNI No. 42217861 Tel: 9837114679
 CIP 14114



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GARCÍA, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Escala del punto de muestra de agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calixto Huapari Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 06 / 10 / 2017

FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE

DNI No 1844200

RIP. BIPAZ

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del Punto de muestra de agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Tania Karen Calixto Ramos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 07 de noviembre del 2017

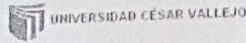
César Jiménez
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 16436887

DNI No. _____ Tel: _____
 410. 42355

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón

Anexo 3

Validación del análisis inicial de la muestra de agua



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Teodoro Vico Estefany
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del Análisis Inicial de la muestra
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Carlos Neupare Tonia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 07/11 del 2017

[Firma]
 FIRMA DEL SUPERVISOR INFORMANTE

DNI No. 47217861 Telf. 983914629
 CIP: 14114

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Galvez, Julia
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha autoevaluativa inicial de la muestra de agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calisto Naupaci Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SÍ

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 06 de Julio del 2017

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL INSTRUMENTO

DNI: No 007921008

C.I. 85672

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón César Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha del Análisis inicial de la muestra
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Carlo Napari Tania Karen

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 07 de noviembre del 2017

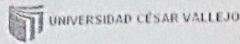
[Firma manuscrita]
 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE
 1643687

DNI No. _____
 Tel. _____
 CIP-42355

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón

Anexo 4

Validación de la ficha para la dosis óptima



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: TACALDO VARGAS ESTAYAN
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor PP UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Dosis Óptima
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Celso Nieto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 07 / 11 del 201


 FIRMA DE: EXPERTO INFORMANTE

DN: No 47217807 Tel: 93914629
 CIP 14114

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Galvez Julia
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la dosis optima
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calixto Waupari Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

100%

Lima, 08/11/2017

FIRMA: [Firma]

DNI No: 81470001

DR. B. H. 32

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón César Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Desis Optima
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Carola Naupari Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 07 de noviembre del 2017


Carola Naupari Tania
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 16436847

DNI No: _____ Tel: _____
 CIP-42355

Dr. César Roberto Andino Córdova

Anexo 5

Validación de la ficha para la concentración óptima

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Taccola Waca Galvan

1.2. Cargo e institución donde labora: Superintendente PP UCV

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la concentración Óptima

1.4. Autor(A) de Instrumento: Calixta Napos Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

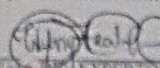
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 07 / 11 del 201


 FIG. 10 EXPERTO INFORMANTE
 DNI No. 4 221314 Tel. 98914627
 CP: 14114

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Galuz Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Conciliación Optima
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calisto Naupari Tena

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Sí

No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima, 06/11/2017

FIRMA DEL EXPERTO INDEPENDIENTE

DNI No. 6011008

EXP. 0642

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón Cesar Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Concentración Óptima
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calisto Saupac Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

5.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 07 de noviembre del 2017


[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. _____ Telf. _____

10436888
 Cesar Vallejo
 CIP 42355

Anexo 6

Validación de la ficha para la velocidad de agitación rápida


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Trinidad, Nilda, Estrella

1.2. Cargo e institución donde labora: Suplente P.P. UCV

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Validación de Agitación Rápida

1.4. Autor(A) de Instrumento: Celso, Klausner, Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

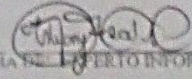
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

5

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 07 / 11 del 201



FIRMA DE: LIBERTO INFORMANTE

DNI No. 4221110 Telf. 983914675

CIP 19414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc.
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Utes. Aplicación Rosario
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Galvez, Juan Julio

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
 NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

50%

Lima, 06 de 11 de 2007

FIRMA DE EVALUADOR INSTRUMENTO

DN: No. 0041920

20: 6782

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón Oscar
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Muestreo, Agilización, Rapida
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calixto Mampari Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

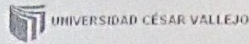
Lima, 07 de noviembre del 2017

[Firma]
 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE
 16436847

DNI No. _____ Telf: _____
 CIP- 42355
 De César Eduardo Jiménez Calderón

Anexo 7

Validación de la ficha para la velocidad de agitación lenta



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Teresa Vera Cabana
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisora PPU CV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para Velocidad Agitación Lenta
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calixto Napari Toma

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

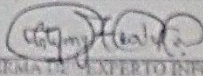
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 07 / 11 del 2011


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 42217861 Tel. 98311449
 CIP: 14114

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Galvez Juan Julia
 1.2. Cargo e institución donde labora: Dic
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la validación de Agencias Centrales
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Caludo Escarpel Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Sí

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 06 del 11 del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0541779 Telf. 91 54472

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón, César
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para la Selección de Agrónomos Licitos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Calixto Raupac, Tania

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

6:

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 07 de noviembre del 2017

Calixto Raupac
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 16430847

DNI No: Tel: CIP-42355

Dr. César Eduardo Jiménez Larrea

Anexo 8

Matriz de consistencia

TITULO: Eficiencia del coagulante a base de goma de Tara a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades para el tratamiento de sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro - 2018

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>Problema general</u> ¿Cuál es la eficiencia de la coagulación de la goma de tara, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades de agitación para el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro - 2018?</p>	<p><u>Objetivo general</u> Evaluar la eficiencia de la goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades, para el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro – 2018.</p>	<p><u>Hipótesis general</u> La eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades, si permitirá el tratamiento de los sólidos suspendidos totales y materia orgánica de las aguas del río Huaycoloro – 2018.</p>	<p><u>Independiente</u> Eficiencia del Coagulante de Tara</p> <p><u>Indicadores</u> Agitación Rápida Agitación Lenta Concentración</p>	<p><u>Diseño de investigación</u> El presente trabajo corresponde a un diseño experimental, por tal que se generara a la variable dependiente nueva información/medición</p> <p><u>Tipo de Estudio</u> La presente investigación es de tipo aplicativo, puesto que los conocimientos para el uso de la Prueba de Jarra y antecedentes científicos que nos ayudaran a determinar que coagulante es</p>

<p><u>Problema específicos</u></p> <p>¿Cuál serán los valores de los parámetros físico (turbiedad, sólidos suspendidos totales, pH, temperatura y conductividad) de las aguas del río Huaycoloro al ser tratados con coagulante a base de goma de tara y sulfato de aluminio a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades?</p> <p>¿Cuál serán los valores de los parámetros químicos (DBO5 y DQO) de las aguas del río Huaycoloro al ser tratados con coagulante a base de goma de tara y sulfato de aluminio a</p>	<p><u>Objetivo específicos</u></p> <p>Determinar la eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio si ante diferentes niveles de concentración y distintas velocidades, mejora los parámetros físicos (turbiedad, sólidos suspendidos totales, pH, Temperatura y conductividad) de las aguas del río Huaycoloro - 2018.</p> <p>Determinar la eficiencia del coagulante a base de goma de tara + sulfato de aluminio si ante diferentes niveles de concentración y distintas velocidades, se</p>	<p><u>Hipótesis específica</u></p> <p>La eficiencia del coagulante base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades mejora los valores de los parámetros físicos (turbiedad, sólidos suspendidos totales, pH, temperatura y conductividad) de las aguas del río Huaycoloro – 2018.</p> <p>La eficiencia del coagulante base de goma de tara + sulfato de aluminio, a diferentes niveles de concentración y distintas velocidades mejora los valores de los parámetros químicos (DBO₅ y DQO) de las</p>	<p><u>Dependiente</u></p> <p>Reducción de solidos suspendidos y materia orgánica (DBO5 y DQO) de aguas del Rio Huaycoloro</p> <p><u>Indicadores</u></p> <p>Turbidez (UNT) SST (mg/L) Conductividad (µS/cm) Temperatura (°C) pH (unidad de pH) DQO (mg/L) DBO5 (mg/L)</p>	<p>más óptimo para tratar aguas del río Huaycoloro.</p> <p><u>Diseño experimental</u></p> <p>Es experimental porque se realizará la manipulación controlada de una de las variables. Existen tres modalidades de diseño experimental, en la cual la mía se ubica en un pre experimental de diseño de pre test y pos test con un grupo.</p> <p><u>Población</u></p> <p>La población estudiada corresponde a las aguas del río Huaycoloro.</p> <p><u>Muestra</u></p> <p>El volumen de muestra de aguas del río Huaycoloro corresponde a 290 litros y se tomó adicional 3 litros que serán utilizados para los análisis de DBO₅, DQO y sólidos suspendidos totales</p>
---	--	---	--	---

diferentes niveles de concentración y distintas velocidades?	mejora los parámetros químicos (DBO5 y DQO) de las aguas del río Huaycoloro - 2018.	aguas del río Huaycoloro – 2018.		
--	---	----------------------------------	--	--

Anexo 9



Peso de la goma de tara



Preparación de la solución de la goma de tara para coagulante



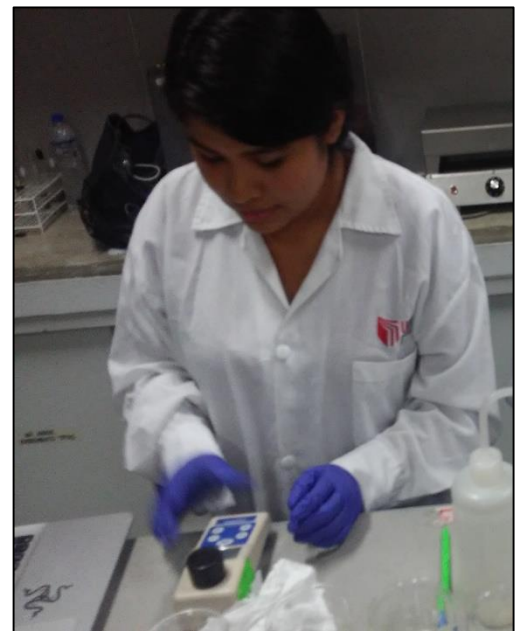
Uso de la prueba de jarra



Aplicación de los coagulantes a la muestra del agua del rio Huaycoloro



Resultado de la aplicación de la goma de tara de tara



Medición de la turbiedad